(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월01일
(11) 등록번호 10-1944932
(24) 등록일자 2019년01월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06T 17/20 (2006.01) *G06T 1/20* (2018.01)
(52) CPC특허분류
G06T 17/20 (2013.01)
G06T 1/20 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0098400
(22) 출원일자 2017년08월03일
심사청구일자 2017년08월03일
(56) 선행기술조사문헌
Munson, Todd. "Mesh shape-quality optimization using the inverse mean-ratio metric." Mathematical Programming vol. 110.3 (2007)*
(뒷면에 계속)

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

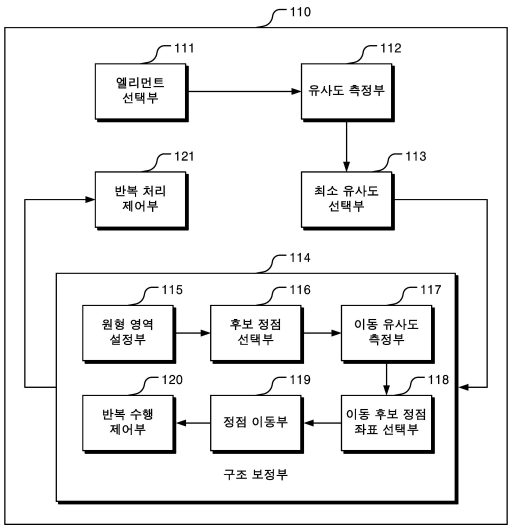
전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 이병우

(54) 발명의 명칭 **메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치 및 방법**

(57) 요 약

메쉬(mesh) 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치 및 방법이 개시된다. 본 발명은 메쉬 구조 기반의 그래픽 모델을 구성하는 복수의 정점(vertex)들에 대한 좌표의 조정을 통해 상기 그래픽 모델을 구성하는 다각형 엘리먼트(element)들이 이상적인 다각형 엘리먼트의 형상에 가깝게 변경되도록 메쉬 구조를 보정하는 그래픽 처리 장치 및 방법을 제공함으로써, 상기 그래픽 모델의 메쉬 품질의 향상을 도모할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌
JP3515689 B2
KR1019980071435 A
KR1020030016477 A
KR1020090080421 A
KR1020110123950 A
신명규, and 김지범. "그래프 컬러링과 OpenMP 를 이용한 병렬 메쉬 스무딩 알고리즘의 성능 분석." 전자공학회논문지 53.6 (2016)
김지범, 조현정, and 김하림. "The effect of mesh partitioning on parallel mesh optimization." 한국 CDE 학회 학술발표회 논문집 (2015)
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711050330
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(미래부)
연구과제명 CFD 시뮬레이션의 정확도와 효율성 향상을 위한 curved 메쉬 생성 및 최적화 방법 연구
기 여 율 1/1
주관기관 인천대학교
연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

메쉬(mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 다각형 엘리먼트(element)들의 꼭짓점에 해당되는 복수의 정점(vertex)들 중 제1 정점을 기준으로, 상기 제1 정점을 꼭짓점으로 갖는 적어도 하나의 다각형 엘리먼트를 선택하는 엘리먼트 선택부;

상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해, 미리 지정된 참조 다각형 엘리먼트와의 유사도를 측정하는 유사도 측정부;

상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해서 측정된 유사도를 기초로 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 중 유사도가 최소인 제1 다각형 엘리먼트를 선택하는 최소 유사도 선택부; 및

상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트가 존재하는 영역 내에서 상기 제1 정점이 이동하는 경우 상기 제1 다각형 엘리먼트의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대가 되는 상기 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택하고, 상기 선택된 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표로 상기 제1 정점을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조를 보정하는 구조 보정부

를 포함하고,

상기 구조 보정부는

상기 제1 정점의 현재 좌표를 중심으로 선정된(predetermined) 길이의 반경을 갖는 가상의 원형 영역을 설정하는 원형 영역 설정부;

상기 가상의 원형 영역 상에서 선정된 간격으로 상기 가상의 원형 영역 상에 위치하는 적어도 하나의 이동 후보 정점을 선택하는 후보 정점 선택부;

상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시킴에 따라 형태가 변형되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 측정하는 이동 유사도 측정부;

상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시킴에 따라 형태가 변형되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도 측정 결과를 기초로 상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표 중 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대로 측정된 제1 이동 후보 정점의 좌표를 선택하는 이동 후보 정점 좌표 선택부; 및

상기 제1 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정을 수행하는 정점 이동부

를 포함하는 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유사도 측정부는

상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해, 상기 참조 다각형 엘리먼트와의 역 평균 비율(Inverse Mean Ratio: IMR) - IMR이 낮을수록 유사도가 높음을 의미함 - 을 연산하여 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해 연산된 IMR을 기초로 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각과 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 측정하며,

상기 IMR은 하기의 수학식 1에 기초하여 연산되는 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치.

[수학식 1]

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

여기서, "A"는 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각을 구성하는 특정 기준 꼭짓점의 좌표를 기준으로 나머지 꼭짓점들 간의 거리를 이용하여 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트들 각각을 표현한 근접 행렬(incidence matrix), "W"는 상기 참조 다각형 엘리먼트를 구성하는 특정 기준 꼭짓점의 좌표를 기준으로 나머지 꼭짓점들 간의 거리를 이용하여 상기 참조 다각형 엘리먼트를 표현한 근접 행렬, " $\| \ \|_F$ "는 프로베니우스 놈(Frobenius norm), "$\det()$"는 행렬식(determinant)을 의미함.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 구조 보정부는

상기 제1 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점이 이동되면, 상기 이동된 제1 정점을 기초로 상기 원형 영역 설정부, 상기 후보 정점 선택부, 상기 이동 유사도 측정부, 상기 이동 후보 정점 좌표 선택부 및 상기 정점 이동부의 동작을 반복수행함으로써, 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트가 존재하는 영역 내에서 상기 제1 다각형 엘리먼트의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대가 되는 상기 제1 정점의 이동 지점에 대한 최종 좌표를 선택하여 상기 선택된 제1 정점의 이동 지점에 대한 최종 좌표로 상기 제1 정점이 이동되도록 제어하는 반복 수행 제어부

를 더 포함하는 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 반복 수행 제어부는

상기 원형 영역 설정부, 상기 후보 정점 선택부, 상기 이동 유사도 측정부, 상기 이동 후보 정점 좌표 선택부 및 상기 정점 이동부의 동작을 반복수행하는 도중, 상기 이동 유사도 측정부를 통해 측정되는 각 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시켰을 때의 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 현재 위치의 상기 제1 정점의 좌표를 기준으로 측정되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 모두 초과하지 않게 되면, 상기 원형 영역 설정부, 상기 후보 정점 선택부, 상기 이동 유사도 측정부, 상기 이동 후보 정점 좌표 선택부 및 상기 정점 이동부의 동작에 대한 반복수행을 중단하고, 현재 위치의 상기 제1 정점의 좌표를 상기 최종 좌표로 결정하는 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 정점의 이동을 통해 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정이 완료되면, 상기 복수의 정점들 중 상기 제1 정점을 제외한 나머지 정점들 각각에 대해서도 상기 엘리먼트 선택부, 상기 유사도 측정부, 상기 최소 유사도 선택부 및 상기 구조 보정부에 따른 동작의 반복수행을 제어함으로써, 상기 복수의 정점들 각각의 이동을 통한 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정을 제어하는 반복 처리 제어부

를 더 포함하는 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치.

청구항 7

메쉬(mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 다각형 엘리먼트(element)들의 꼭짓점에 해당되는 복수의 정점(vertex)들 중 제1 정점을 기준으로, 상기 제1 정점을 꼭짓점으로 갖는 적어도 하나의 다각형 엘리먼트를 선택하는 엘리먼트 선택 단계;

상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해, 미리 지정된 참조 다각형 엘리먼트와의 유사도를 측정하는 유사도 측정 단계;

상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해서 측정된 유사도를 기초로 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 중 유사도가 최소인 제1 다각형 엘리먼트를 선택하는 최소 유사도 선택 단계; 및

상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트가 존재하는 영역 내에서 상기 제1 정점이 이동하는 경우 상기 제1 다각형 엘리먼트의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대가 되는 상기 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택하고, 상기 선택된 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표로 상기 제1 정점을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조를 보정하는 구조 보정 단계

를 포함하고,

상기 구조 보정 단계는

상기 제1 정점의 현재 좌표를 중심으로 선정된(predetermined) 길이의 반경을 갖는 가상의 원형 영역을 설정하는 원형 영역 설정 단계;

상기 가상의 원형 영역 상에서 선정된 간격으로 상기 가상의 원형 영역 상에 위치하는 적어도 하나의 이동 후보 정점을 선택하는 후보 정점 선택 단계;

상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시킴에 따라 형태가 변형되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 측정하는 이동 유사도 측정 단계;

상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시킴에 따라 형태가 변형되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도 측정 결과를 기초로 상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표 중 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대로 측정된 제1 이동 후보 정점의 좌표를 선택하는 이동 후보 정점 좌표 선택 단계; 및

상기 제1 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정을 수행하는 정점 이동 단계

를 포함하는 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 유사도 측정 단계는

상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해, 상기 참조 다각형 엘리먼트와의 역 평균 비율(Inverse Mean Ratio: IMR) - IMR이 낮을수록 유사도가 높음을 의미함 - 을 연산하여 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해 연산된 IMR을 기초로 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각과 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 측정하며,

상기 IMR은 하기의 수학식 2에 기초하여 연산되는 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법.

[수학식 2]

$$q_{IMR} = \frac{\| A W^{-1} \|_F^2}{2 \left| \det(A W^{-1}) \right|}$$

여기서, "A"는 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각을 구성하는 특정 기준 꼭짓점의 좌표를 기준으로 나머지 꼭짓점들 간의 거리를 이용하여 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트들 각각을 표현한 근접 행렬(incidence matrix), "W"는 상기 참조 다각형 엘리먼트를 구성하는 특정 기준 꼭짓점의 좌표를 기준으로 나머지 꼭짓점들 간의 거리를 이용하여 상기 참조 다각형 엘리먼트를 표현한 근접 행렬, " $\| \ \|_F$ "는 프로베니우스 놈

(Frobenius norm), "$\det()$"는 행렬식(determinant)을 의미함.

청구항 9

삭제

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 구조 보정 단계는

상기 제1 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점이 이동되면, 상기 이동된 제1 정점을 기초로 상기 원형 영역 설정 단계, 상기 후보 정점 선택 단계, 상기 이동 유사도 측정 단계, 상기 이동 후보 정점 좌표 선택 단계 및 상기 정점 이동 단계를 반복수행함으로써, 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트가 존재하는 영역 내에서 상기 제1 다각형 엘리먼트의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대가 되는 상기 제1 정점의 이동 지점에 대한 최종 좌표를 선택하여 상기 선택된 제1 정점의 이동 지점에 대한 최종 좌표로 상기 제1 정점이 이동되도록 제어하는 반복 수행 제어 단계

를 더 포함하는 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 반복 수행 제어 단계는

상기 원형 영역 설정 단계, 상기 후보 정점 선택 단계, 상기 이동 유사도 측정 단계, 상기 이동 후보 정점 좌표 선택 단계 및 상기 정점 이동 단계를 반복수행하는 도중, 상기 이동 유사도 측정 단계를 통해 측정되는 각 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시켰을 때의 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 현재 위치의 상기 제1 정점의 좌표를 기준으로 측정되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 모두 초과하지 않게 되면, 상기 원형 영역 설정 단계, 상기 후보 정점 선택 단계, 상기 이동 유사도 측정 단계, 상기 이동 후보 정점 좌표 선택 단계 및 상기 정점 이동 단계에 대한 반복수행을 중단하고, 현재 위치의 상기 제1 정점의 좌표를 상기 최종 좌표로 결정하는 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 제1 정점의 이동을 통해 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정이 완료되면, 상기 복수의 정점들 중 상기 제1 정점을 제외한 나머지 정점들 각각에 대해서도 상기 엘리먼트 선택 단계, 상기 유사도 측정 단계, 상기 최소 유사도 선택 단계 및 상기 구조 보정 단계의 반복수행을 제어함으로써, 상기 복수의 정점들 각각의 이동을 통한 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정을 제어하는 반복 처리 제어 단계

를 더 포함하는 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법.

청구항 13

제7항, 제8항, 제10항, 제11항 또는 제12항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터로 하여금 수행하도록 하는 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

청구항 14

제7항, 제8항, 제10항, 제11항 또는 제12항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

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

배 경 기 술

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

[0003] 메쉬 구조는 복수의 다각형 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 다각형 엘리먼트들의 형태가 이상적인 형상의 다각형 엘리먼트로 구성되어야 해당 그래픽 모델에 대해 물리적 특성을 시뮬레이션할 때, 정확한 결과 값을 획득할 수 있다.

[0006] 예컨대, 도 2에 도시된 도면과 같이, 삼각형 엘리먼트들로 구성된 그래픽 모델이 존재하는 경우, 각 삼각형 엘리먼트들의 형상이 각각 상이하게 존재하는 것보다 각 삼각형 엘리먼트들이 모두 도면부호 230에 도시된 바와 같은 정삼각형의 형상을 갖도록 모델링이 수행된다면, 이상적인 메쉬 구조를 갖게 됨에 따라, 해당 그래픽 모델을 이용하여 유체의 흐름이나 다양한 물리적 특성을 시뮬레이션하게 되면, 비교적 정확한 결과 값을 획득할 수 있게 된다.

[0007] 하지만, 기존의 메쉬 구조 기반의 모델링 기법들에서는 다각형 엘리먼트들의 형상을 고려하지 않고, 모델링을 지원하는 경우가 많다는 점에서 다양한 형상의 다각형 엘리먼트들이 포함되도록 모델링된 그래픽 모델에서 각 다각형 엘리먼트들의 형상을 이상적인 형상으로 보정함으로써, 메쉬 품질을 향상시킬 수 있도록 지원할 수 있는 기술의 연구가 필요하다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0008] (비특허문헌 0001) Todd Munson, "Mesh Shape-Quality Optimization Using the Inverse Mean-Ratio Metric", Argonne National Laboratory(2004.04.20.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 메쉬(mesh) 구조 기반의 그래픽 모델을 구성하는 복수의 정점(vertex)들에 대한 좌표의 조정을 통해 상기 그래픽 모델을 구성하는 다각형 엘리먼트(element)들이 이상적인 다각형 엘리먼트의 형상에 가깝게 변경되도록 메쉬 구조를 보정함으로써, 상기 그래픽 모델의 메쉬 품질이 향상될 수 있도록 지원하는 그래픽 처리 장치 및 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬(mesh) 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치는 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 다각형 엘리먼트(element)들의 꼭짓점에 해당되는 복수의 정점(vertex)들 중 제1 정점을 기준으로, 상기 제1 정점을 꼭짓점으로 갖는 적어도 하나의 다각형 엘리먼트를 선택하는 엘리먼트 선택부, 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해, 상기 그래픽 모델에 적용될 최적의 형태로 미리 지정된 참조 다각형 엘리먼트와의 유사도를 측정하는 유사도 측정부, 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해서 측정된 유사도를 기초로 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 중 유사도가 최소인 제1 다각형 엘리먼트를 선택하는 최소 유사도 선택부 및 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트가 존재하는 영역 내에서 상기 제1 정점이 이동하는 경우 상기 제1 다각형 엘리먼트의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대가 되는 상기 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택하고, 상기 선택된 제1

정점의 이동 지점에 대한 좌표로 상기 제1 정점을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조를 보정하는 구조 보정부를 포함한다.

[0011] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법은 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 다각형 엘리먼트들의 꼭짓점에 해당되는 복수의 정점들 중 제1 정점을 기준으로, 상기 제1 정점을 꼭짓점으로 갖는 적어도 하나의 다각형 엘리먼트를 선택하는 엘리먼트 선택 단계, 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해, 상기 그래픽 모델에 적용될 최적의 형태로 미리 지정된 참조 다각형 엘리먼트와의 유사도를 측정하는 유사도 측정 단계, 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해서 측정된 유사도를 기초로 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 중 유사도가 최소인 제1 다각형 엘리먼트를 선택하는 최소 유사도 선택 단계 및 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트가 존재하는 영역 내에서 상기 제1 정점이 이동하는 경우 상기 제1 다각형 엘리먼트의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대가 되는 상기 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택하고, 상기 선택된 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표로 상기 제1 정점을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조를 보정하는 구조 보정 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명은 메쉬(mesh) 구조 기반의 그래픽 모델을 구성하는 복수의 정점(vertex)들에 대한 좌표의 조정을 통해 상기 그래픽 모델을 구성하는 다각형 엘리먼트(element)들이 이상적인 다각형 엘리먼트의 형상에 가깝게 변경되도록 메쉬 구조를 보정하는 그래픽 처리 장치 및 방법을 제공함으로써, 상기 그래픽 모델의 메쉬 품질의 향상을 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 2와 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 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.

[0015] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치의 구조를 도시한 도면이다.

[0016] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치(110)는 엘리먼트 선택부(111), 유사도 측정부(112), 최소 유사도 선택부(113) 및 구조 보정부(114)를 포함한다.

[0017] 엘리먼트 선택부(111)는 메쉬(mesh) 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 다각형 엘리먼트(element)들의 꼭짓점에 해당되는 복수의 정점(vertex)들 중 제1 정점을 기준으로, 상기 제1 정점을 꼭짓점으로 갖는 적어도 하나의 다각형 엘리먼트를 선택한다.

[0018] 유사도 측정부(112)는 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해, 상기 그래픽 모델에 적용될 최적의 형태로 미리 지정된 참조 다각형 엘리먼트와의 유사도를 측정한다.

[0019] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 유사도 측정부(112)는 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해, 상기 참조 다각형 엘리먼트와의 역 평균 비율(Inverse Mean Ratio: IMR)(IMR이 낮을수록 유사도가 높음을 의미함)을 연산하여 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해 연산된 IMR을 기초로 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각과 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 측정할 수 있다.

[0020] 이때, 상기 IMR은 하기의 수학식 1에 기초하여 연산될 수 있다.

수학식 1

[0022] $$q_{IMR} = \frac{\| A W^{-1} \|_F^2}{2|\det(A W^{-1})|}$$

[0024] 여기서, "A"는 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각을 구성하는 특정 기준 꼭짓점의 좌표를 기준으로 나머지 꼭짓점들 간의 거리를 이용하여 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트들 각각을 표현한 근접 행렬(incidence matrix), "W"는 상기 참조 다각형 엘리먼트를 구성하는 특정 기준 꼭짓점의 좌표를 기준으로 나머지 꼭짓점들 간의 거리를 이용하여 상기 참조 다각형 엘리먼트를 표현한 근접 행렬, "$\| \ \|_F$"는 프로베니우스 놈(Frobenius norm), "$\det()$"는 행렬식(determinant)을 의미한다.

[0025] 최소 유사도 선택부(113)는 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해서 측정된 유사도를 기초로 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 중 유사도가 최소인 제1 다각형 엘리먼트를 선택한다.

[0026] 구조 보정부(114)는 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트가 존재하는 영역 내에서 상기 제1 정점이 이동하는 경우 상기 제1 다각형 엘리먼트의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대가 되는 상기 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택하고, 상기 선택된 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표로 상기 제1 정점을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조를 보정한다.

[0027] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 구조 보정부(114)는 원형 영역 설정부(115), 후보 정점 선택부(116), 이동 유사도 측정부(117), 이동 후보 정점 좌표 선택부(118) 및 정점 이동부(119)를 포함할 수 있다.

[0028] 원형 영역 설정부(115)는 상기 제1 정점의 현재 좌표를 중심으로 선정된(predetermined) 길이의 반경을 갖는 가상의 원형 영역을 설정한다.

[0029] 후보 정점 선택부(116)는 상기 가상의 원형 영역 상에서 선정된 간격으로 상기 가상의 원형 영역 상에 위치하는 적어도 하나의 이동 후보 정점을 선택한다.

[0030] 이동 유사도 측정부(117)는 상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시킴에 따라 형태가 변형되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 측정한다.

[0031] 이동 후보 정점 좌표 선택부(118)는 상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시킴에 따라 형태가 변형되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도 측정 결과를 기초로 상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표 중 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대로 측정된 제1 이동 후보 정점의 좌표를 선택한다.

[0032] 정점 이동부(119)는 상기 제1 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정을 수행한다.

[0033] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 구조 보정부(114)는 반복 수행 제어부(120)를 더 포함할 수 있다.

[0034] 반복 수행 제어부(120)는 상기 제1 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점이 이동되면, 상기 이동된 제1 정점을 기초로 원형 영역 설정부(115), 후보 정점 선택부(116), 이동 유사도 측정부(117), 이동 후보 정점 좌표 선택부(118) 및 정점 이동부(119)의 동작을 반복수행함으로써, 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트가 존재하는 영역 내에서 상기 제1 다각형 엘리먼트의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대가 되는 상기 제1 정점의 이동 지점에 대한 최종 좌표를 선택하여 상기 선택된 제1 정점의 이동 지점에 대한 최종 좌표로 상기 제1 정점이 이동되도록 제어한다.

[0035] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 반복 수행 제어부(120)는 원형 영역 설정부(115), 후보 정점 선택부(116), 이동 유사도 측정부(117), 이동 후보 정점 좌표 선택부(118) 및 정점 이동부(119)의 동작을 반복수행하는 도중, 이동 유사도 측정부(117)를 통해 측정되는 각 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시켰을 때의 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 현재 위치의 상기 제1 정점의 좌표를 기준으로 측정되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 모두 초과하지 않게 되면, 원형 영역 설정부(115), 후보 정점 선택부(116), 이동 유사도 측정부(117), 이동 후보 정점 좌표 선택부

(118) 및 정점 이동부(119)의 동작에 대한 반복수행을 중단하고, 현재 위치의 상기 제1 정점의 좌표를 상기 최종 좌표로 결정할 수 있다.

[0036] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치(110)는 반복 처리 제어부(121)를 더 포함할 수 있다.

[0037] 반복 처리 제어부(121)는 상기 제1 정점의 이동을 통해 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정이 완료되면, 상기 복수의 정점들 중 상기 제1 정점을 제외한 나머지 정점들 각각에 대해서도 엘리먼트 선택부(111), 유사도 측정부(112), 최소 유사도 선택부(113) 및 구조 보정부(114)에 따른 동작의 반복수행을 제어함으로써, 상기 복수의 정점들 각각의 이동을 통한 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정을 제어할 수 있다.

[0038] 이하에서는 도 2와 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치(110)의 동작을 예를 들어 상세히 설명하기로 한다.

[0039] 도 2와 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치(110)의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[0040] 우선, 도 2에 도시된 도면과 같이 복수의 삼각형 엘리먼트들과 복수의 정점들로 구성된 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델이 존재하는 것으로 가정하기로 한다.

[0041] 엘리먼트 선택부(111)는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 삼각형 엘리먼트들의 꼭짓점에 해당되는 복수의 정점들 중 제1 정점(210)을 기준으로, 제1 정점(210)을 꼭짓점으로 갖는 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들을 선택할 수 있다.

[0042] 유사도 측정부(112)는 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 각각에 대해, 상기 그래픽 모델에 적용될 최적의 형태로 미리 지정된 참조 삼각형 엘리먼트와의 유사도를 측정할 수 있다.

[0043] 관련해서, 상기 참조 삼각형 엘리먼트가 도면부호 230에 도시된 바와 같은 정삼각형이라고 한다면, 유사도 측정부(112)는 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 각각에 대해, 참조 삼각형 엘리먼트(230)와의 유사도를 측정할 수 있다.

[0044] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 유사도 측정부(112)는 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 각각에 대해, 참조 삼각형 엘리먼트(230)와의 역 평균 비율(Inverse Mean Ratio: IMR)을 연산하여 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 각각에 대해 연산된 IMR을 기초로 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 각각과 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도를 측정할 수 있다.

[0045] 관련해서, IMR은 상기 수학식 1에 따라 연산될 수 있다. IMR이란 제1 다각형 엘리먼트와 제2 다각형 엘리먼트 간의 형태 유사도를 판별하기 위한 수식으로, 상기 수학식 1에서 "A"는 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 각각을 구성하는 특정 기준 꼭짓점의 좌표를 기준으로 나머지 꼭짓점들 간의 거리를 이용하여 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 각각을 표현한 근접 행렬을 의미하고, "W"는 참조 삼각형 엘리먼트(230)를 구성하는 특정 기준 꼭짓점의 좌표를 기준으로 나머지 꼭짓점들 간의 거리를 이용하여 참조 삼각형 엘리먼트를 표현한 근접 행렬을 의미한다.

[0046] 예컨대, 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 중 삼각형 엘리먼트 1(221)과 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 IMR을 연산하는 과정을 설명하면 다음과 같다.

[0047] 우선, 삼각형 엘리먼트 1(221)의 꼭짓점들의 좌표를 좌측 하단의 꼭짓점을 시작으로 하여 반시계 방향으로 "a, b, c"라고 하고, 특정 기준 꼭짓점의 좌표를 "a"라고 한다면, 삼각형 엘리먼트 1(221)에 대한 근접 행렬 "A"는 하기의 수학식 2와 같이 표현할 수 있다.

수학식 2

[0049] $$A = [b-a, c-a]$$

[0051] 그리고, 참조 삼각형 엘리먼트(230)의 한 모서리의 길이를 1이라고 하고, 참조 삼각형 엘리먼트(230)에서 삼각형 엘리먼트 1(221)의 기준 꼭짓점과 동일한 지점의 꼭짓점을 기준 꼭짓점으로 해서 참조 삼각형 엘리먼트(23

0)에 대한 근접 행렬 "W"를 표현하면, 하기의 수학식 3과 같이 표현될 수 있다.

수학식 3

[0053] $$W=\begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix}$$

[0055] 이렇게, "A"와 "W"가 구성되면, 삼각형 엘리먼트 1(221)의 참조 삼각형 엘리먼트(230)에 대한 IMR인 q_{IMR}은 상기 수학식 1과 같은 연산을 통해서 계산될 수 있다.

[0056] 이때, 상기 수학식 1에서 "$\| \quad \|_F$"는 프로베니우스 놈, "$\det()$"는 행렬식을 의미한다.

[0057] 이러한 IMR은 그 값이 낮을수록 두 다각형 간의 유사도가 높음을 의미하는 수치이며, 만약, 삼각형 엘리먼트 1(221)과 참조 삼각형 엘리먼트(230)가 완전히 동일한 삼각형이라면, "A"와 "W"가 서로 동일해지기 때문에 IMR이 1이 될 수 있다.

[0058] 이러한 IMR에 대한 연산 방법은 선행기술문헌인 "Todd Munson, "Mesh Shape-Quality Optimization Using the Inverse Mean-Ratio Metric", Argonne National Laboratory(2004.04.20.)"에 자세히 언급되어 있다.

[0059] 이러한 방식으로, 유사도 측정부(112)는 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 각각과 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도를 측정할 수 있다.

[0060] 이렇게, 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 각각과 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도 측정이 완료되면, 최소 유사도 선택부(113)는 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 각각에 대해서 측정된 유사도를 기초로 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들 중 유사도가 최소인 제1 삼각형 엘리먼트를 선택할 수 있다.

[0061] 본 실시예에서는 상기 제1 삼각형 엘리먼트를 도면부호 225에 표시한 삼각형 엘리먼트인 것으로 가정하기로 한다.

[0062] 제1 삼각형 엘리먼트(225)의 선택이 완료되면, 구조 보정부(114)는 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들이 존재하는 영역 내에서 제1 정점(210)이 이동하는 경우 제1 삼각형 엘리먼트(225)의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 제1 삼각형 엘리먼트(225)와 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도가 최대가 되는 제1 정점(210)의 이동 지점에 대한 좌표를 선택하고, 상기 선택된 제1 정점(210)의 이동 지점에 대한 좌표로 제1 정점(210)을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조를 보정할 수 있다.

[0063] 즉, 구조 보정부(114)는 제1 정점(210)을 이동시킨다고 하였을 때, 제1 삼각형 엘리먼트(225)의 형태가 변형되게 되는데, 이렇게 형태 변형에 따라 연산되는 제1 삼각형 엘리먼트(225)와 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도가 최대가 되는(IMR이 최소가 되는) 지점을 찾아낸 후 해당 지점으로 제1 정점(210)을 이동시킴으로써, 참조 삼각형 엘리먼트(230)와 가장 유사하지 않은 제1 삼각형 엘리먼트(225)를 참조 삼각형 엘리먼트(230)와 비슷하게 만드는 과정을 통해 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조의 품질에 대한 향상을 도모할 수 있다.

[0064] 관련해서, 구조 보정부(114)는 제1 정점(210)의 이동 지점을 찾기 위한 동작을 수행하기 위해서 원형 영역 설정부(115), 후보 정점 선택부(116), 이동 유사도 측정부(117), 이동 후보 정점 좌표 선택부(118), 정점 이동부(119) 및 반복 수행 제어부(120)를 포함할 수 있다.

[0065] 먼저, 원형 영역 설정부(115)는 도 3에 도시된 바와 같이, 제1 정점(210)의 현재 좌표를 중심으로 선정된 길이의 반경을 갖는 가상의 원형 영역(310)을 설정할 수 있다.

[0066] 그리고, 후보 정점 선택부(116)는 가상의 원형 영역(310) 상에서 선정된 간격으로 가상의 원형 영역(310) 상에 위치하는 적어도 하나의 이동 후보 정점(321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328)을 선택할 수 있다.

[0067] 이때, 이동 유사도 측정부(117)는 적어도 하나의 이동 후보 정점(321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328)의 좌표로 제1 정점(210)을 하나씩 이동시킴에 따라 형태가 변형되는 제1 삼각형 엘리먼트(225)와 참조 삼각형 엘

리먼트(230) 간의 유사도를 측정할 수 있다.

[0068] 그리고, 이동 후보 정점 좌표 선택부(118)는 적어도 하나의 이동 후보 정점(321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328)의 좌표로 제1 정점(210)을 하나씩 이동시킴에 따라 형태가 변형되는 제1 삼각형 엘리먼트(225)와 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도 측정 결과를 기초로 적어도 하나의 이동 후보 정점(321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328)의 좌표 중 제1 삼각형 엘리먼트(225)와 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도가 최대로 측정된 제1 이동 후보 정점의 좌표를 선택할 수 있다.

[0069] 관련해서, 적어도 하나의 이동 후보 정점(321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328) 중 도면후보 328로 표시한 이동 후보 정점으로 제1 정점(210)을 이동시켰을 때, 제1 삼각형 엘리먼트(225)와 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도가 최대로 측정되었다면, 이동 후보 정점 좌표 선택부(118)는 도면부호 328로 표시한 이동 후보 정점의 좌표를 제1 이동 후보 정점(328)의 좌표로 선택할 수 있다.

[0070] 이렇게, 제1 이동 후보 정점(328)의 좌표가 선택되면, 정점 이동부(119)는 제1 이동 후보 정점(328)의 좌표로 제1 정점(210)을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정을 수행할 수 있다.

[0071] 이렇게, 제1 이동 후보 정점(328)의 좌표로 제1 정점(210)이 이동되면, 반복 수행 제어부(120)는 상기 이동된 제1 정점(210)을 기초로 원형 영역 설정부(115), 후보 정점 선택부(116), 이동 유사도 측정부(117), 이동 후보 정점 좌표 선택부(118) 및 정점 이동부(119)의 동작의 반복 수행을 제어함으로써, 제1 정점(210)을 또 다른 지점으로 이동시킬 수 있고, 이러한 반복을 통해 7개의 삼각형 엘리먼트(221, 222, 223, 224, 225, 226, 227)들이 존재하는 영역 내에서 제1 삼각형 엘리먼트(225)의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 제1 삼각형 엘리먼트(225)와 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도가 최대가 되는 제1 정점(210)의 이동 지점에 대한 최종 좌표를 선택하여 상기 선택된 제1 정점(210)의 이동 지점에 대한 최종 좌표로 제1 정점(210)이 이동되도록 제어할 수 있다.

[0072] 이와 관련하여, 반복 수행 제어부(120)는 원형 영역 설정부(115), 후보 정점 선택부(116), 이동 유사도 측정부(117), 이동 후보 정점 좌표 선택부(118) 및 정점 이동부(119)의 동작을 반복수행함으로써, 제1 정점(210)의 이동 좌표를 찾아내는 도중, 특정 반복 수행 단계에서 이동 유사도 측정부(117)를 통해 측정되는 각 이동 후보 정점의 좌표로 제1 정점(210)을 하나씩 이동시켰을 때의 제1 삼각형 엘리먼트(225)와 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도가 현재 위치의 제1 정점(210)의 좌표를 기준으로 측정되는 제1 삼각형 엘리먼트(225)와 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도를 모두 초과하지 않게 되면, 원형 영역 설정부(115), 후보 정점 선택부(116), 이동 유사도 측정부(117), 이동 후보 정점 좌표 선택부(118) 및 정점 이동부(119)의 동작에 대한 반복수행을 중단하고, 현재 위치의 제1 정점(210)의 좌표를 상기 최종 좌표로 결정할 수 있다.

[0073] 즉, 반복 수행 제어부(120)는 제1 정점(210)의 이동을 위해서 도 3에 도시된 실시예와 같은 동작을 반복 수행하다가 제1 정점(210)을 이동 후보 정점의 좌표로 이동시키더라도 더 이상 제1 삼각형 엘리먼트(225)와 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도가 증가하지 않는 한계 지점에 다다르게 되면, 더 이상 도 3에 도시된 실시예와 같은 동작을 수행하지 않고, 현재 위치의 제1 정점(210)의 좌표, 즉, 상기 도 3의 실시예의 동작에 따라서 제1 정점(210)이 이동한 마지막 위치의 좌표를 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정을 위한 최종 이동 좌표로 결정할 수 있다.

[0074] 이러한 방식으로, 구조 보정부(119)는 제1 삼각형 엘리먼트(225)와 참조 삼각형 엘리먼트(230) 간의 유사도가 최대가 되는(IMR이 최소가 되는) 지점을 찾아낸 후 해당 지점으로 제1 정점(210)을 이동시킴으로써, 참조 삼각형 엘리먼트(230)와 가장 유사하지 않은 제1 삼각형 엘리먼트(225)를 참조 삼각형 엘리먼트(230)와 비슷하게 만드는 과정을 통해 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조의 품질에 대한 향상을 도모할 수 있다.

[0075] 이렇게, 제1 정점(210)의 이동을 통해 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정이 완료되면, 반복 처리 제어부(121)는 상기 복수의 정점들 중 제1 정점(210)을 제외한 나머지 정점들 각각에 대해서도 엘리먼트 선택부(111), 유사도 측정부(112), 최소 유사도 선택부(113) 및 구조 보정부(114)에 따른 동작의 반복수행을 제어함으로써, 상기 복수의 정점들 각각의 이동을 통한 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정을 제어하여 최종적으로 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조가 최적화될 수 있도록 지원할 수 있다.

[0076] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법을 도시한 순서도이다.

[0077] 단계(S410)에서는 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 다각형 엘리먼트들의 꼭짓점에 해당되는 복수의 정점들 중 제1 정점을 기준으로, 상기 제1 정점을 꼭짓점으로 갖는 적어도 하나의 다각형 엘리먼트를 선택

한다.

[0078] 단계(S420)에서는 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해, 상기 그래픽 모델에 적용될 최적의 형태로 미리 지정된 참조 다각형 엘리먼트와의 유사도를 측정한다.

[0079] 단계(S430)에서는 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해서 측정된 유사도를 기초로 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 중 유사도가 최소인 제1 다각형 엘리먼트를 선택한다.

[0080] 단계(S440)에서는 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트가 존재하는 영역 내에서 상기 제1 정점이 이동하는 경우 상기 제1 다각형 엘리먼트의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대가 되는 상기 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택하고, 상기 선택된 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표로 상기 제1 정점을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조를 보정한다.

[0081] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S420)에서는 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해, 상기 참조 다각형 엘리먼트와의 역 평균 비율(Inverse Mean Ratio: IMR)(IMR이 낮을수록 유사도가 높음을 의미함)을 연산하여 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해 연산된 IMR을 기초로 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각과 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 측정할 수 있다.

[0082] 이때, 상기 IMR은 상기 수학식 1에 기초하여 연산될 수 있다.

[0083] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S440)에서는 상기 제1 정점의 현재 좌표를 중심으로 선정된 길이의 반경을 갖는 가상의 원형 영역을 설정하는 원형 영역 설정 단계, 상기 가상의 원형 영역 상에서 선정된 간격으로 상기 가상의 원형 영역 상에 위치하는 적어도 하나의 이동 후보 정점을 선택하는 후보 정점 선택 단계, 상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시킴에 따라 형태가 변형되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 측정하는 이동 유사도 측정 단계, 상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시킴에 따라 형태가 변형되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도 측정 결과를 기초로 상기 적어도 하나의 이동 후보 정점의 좌표 중 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대로 측정된 제1 이동 후보 정점의 좌표를 선택하는 이동 후보 정점 좌표 선택 단계 및 상기 제1 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 이동시켜 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정을 수행하는 정점 이동 단계를 포함할 수 있다.

[0084] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S440)에서는 상기 제1 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점이 이동되면, 상기 이동된 제1 정점을 기초로 상기 원형 영역 설정 단계, 상기 후보 정점 선택 단계, 상기 이동 유사도 측정 단계, 상기 이동 후보 정점 좌표 선택 단계 및 상기 정점 이동 단계를 반복수행함으로써, 상기 적어도 하나의 다각형 엘리먼트가 존재하는 영역 내에서 상기 제1 다각형 엘리먼트의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대가 되는 상기 제1 정점의 이동 지점에 대한 최종 좌표를 선택하여 상기 선택된 제1 정점의 이동 지점에 대한 최종 좌표로 상기 제1 정점이 이동되도록 제어하는 반복 수행 제어 단계를 더 포함할 수 있다.

[0085] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 반복 수행 제어 단계는 상기 원형 영역 설정 단계, 상기 후보 정점 선택 단계, 상기 이동 유사도 측정 단계, 상기 이동 후보 정점 좌표 선택 단계 및 상기 정점 이동 단계를 반복수행하는 도중, 상기 이동 유사도 측정 단계를 통해 측정되는 각 이동 후보 정점의 좌표로 상기 제1 정점을 하나씩 이동시켰을 때의 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 현재 위치의 상기 제1 정점의 좌표를 기준으로 측정되는 상기 제1 다각형 엘리먼트와 상기 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도를 모두 초과하지 않게 되면, 상기 원형 영역 설정 단계, 상기 후보 정점 선택 단계, 상기 이동 유사도 측정 단계, 상기 이동 후보 정점 좌표 선택 단계 및 상기 정점 이동 단계에 대한 반복수행을 중단하고, 현재 위치의 상기 제1 정점의 좌표를 상기 최종 좌표로 결정할 수 있다.

[0086] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법은 상기 제1 정점의 이동을 통해 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정이 완료되면, 상기 복수의 정점들 중 상기 제1 정점을 제외한 나머지 정점들 각각에 대해서도 상기 엘리먼트 선택 단계, 상기 유사도 측정 단계, 상기 최소 유사도 선택 단계 및 상기 구조 보정 단계의 반복수행을 제어함으로써, 상기 복수의 정점들 각각의 이동을 통한 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조에 대한 보정을 제어하는 반복 처리 제어 단계를 더 포함할 수 있다.

[0087] 이상, 도 4를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법에 대해 설명하였다. 여기서, 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법은 도 1 내지 도 3을 이용하여 설명한 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치(110)의 동작에 대한 구성과 대응될 수 있으므로, 이

에 대한 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0088] 본 발명의 일실시예에 따른 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 방법은 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.

[0089] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 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.

[0090] 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.

[0091] 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

[0092] 110: 메쉬 품질 향상을 위한 그래픽 처리 장치

111: 엘리먼트 선택부 112: 유사도 측정부

113: 최소 유사도 선택부 114: 구조 보정부

115: 원형 영역 설정부 116: 후보 정점 선택부

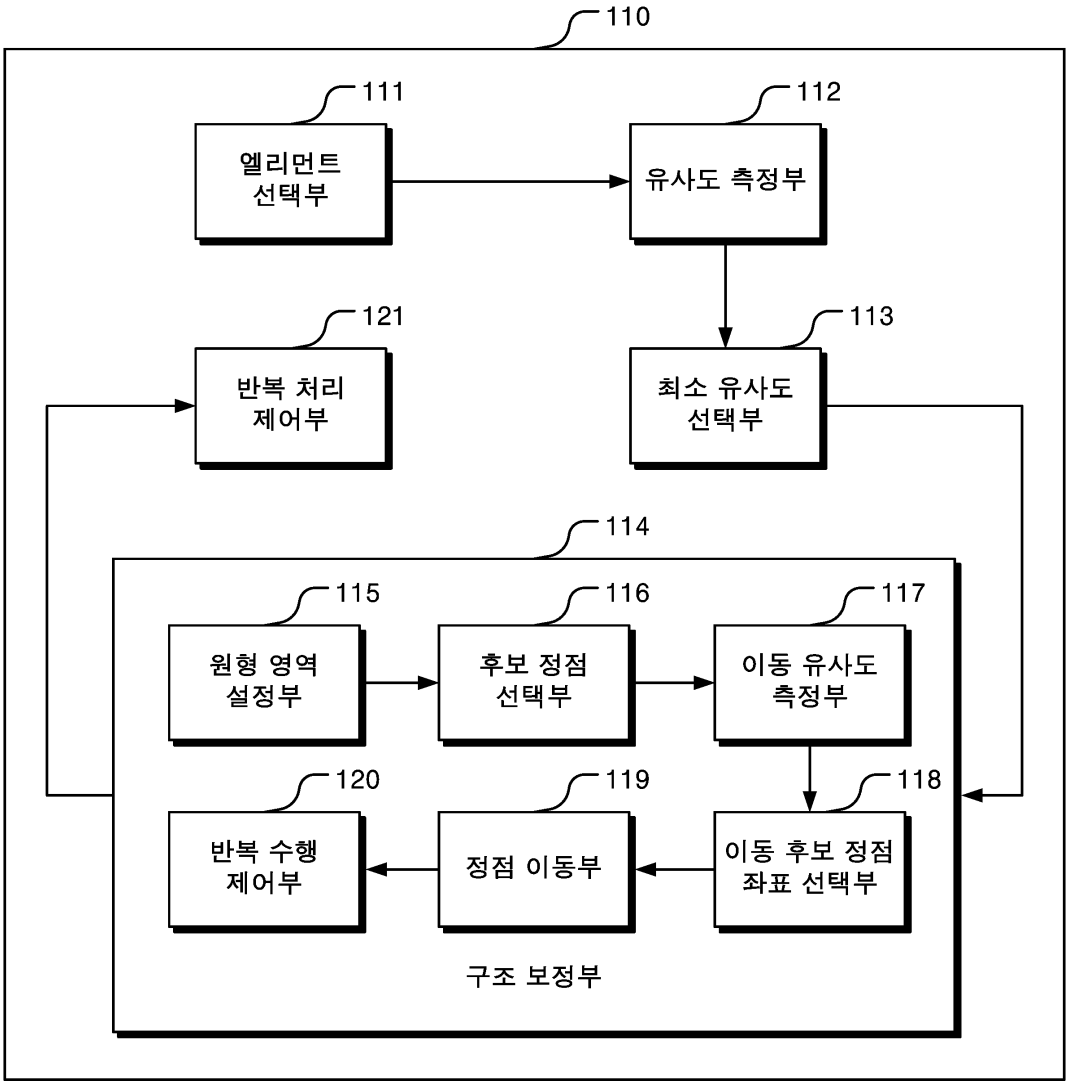
117: 이동 유사도 측정부 118: 이동 후보 정점 좌표 선택부

119: 정점 이동부 120: 반복 수행 제어부

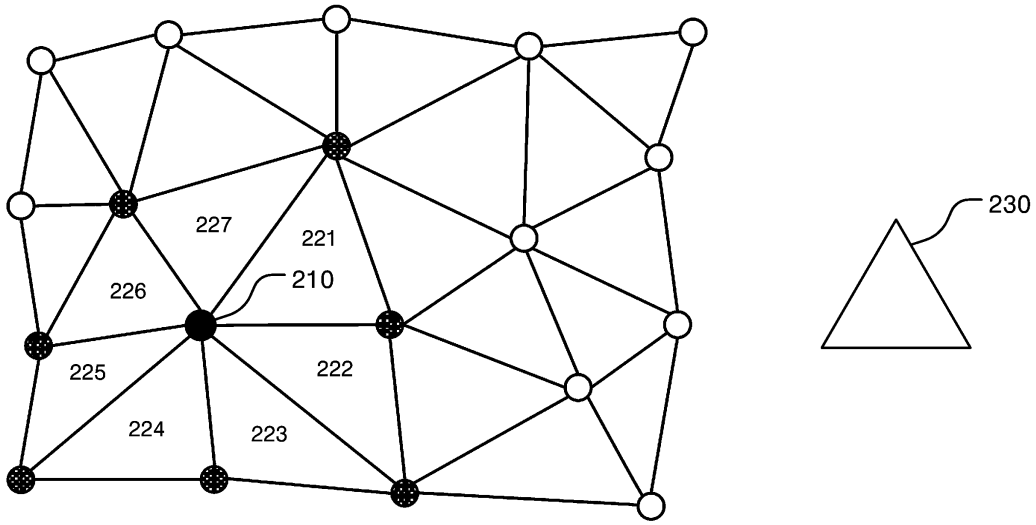
121: 반복 처리 제어부

도면

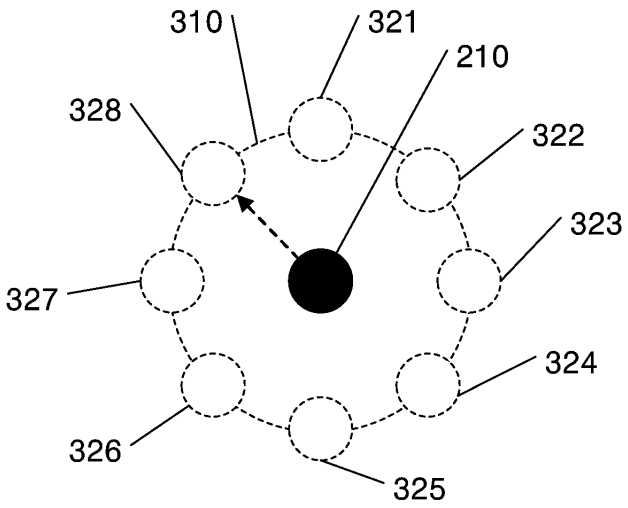
도면1


110
111
엘리먼트 선택부
112
유사도 측정부
121
반복 처리 제어부
113
최소 유사도 선택부
114
115
원형 영역 설정부
116
후보 정점 선택부
117
이동 유사도 측정부
120
반복 수행 제어부
119
정점 이동부
118
이동 후보 정점 좌표 선택부
구조 보정부

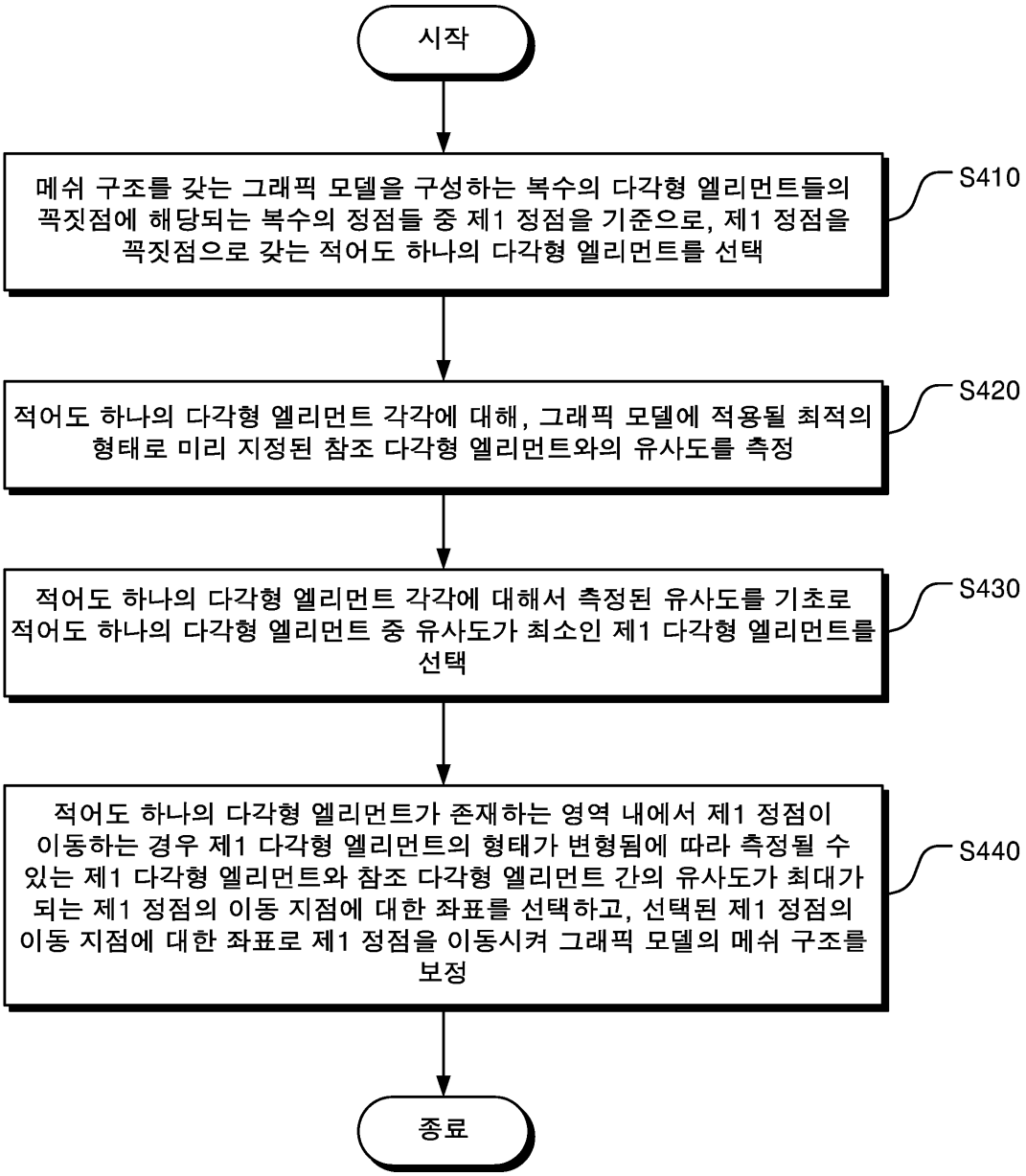
도면2


227
221
226
210
225
222
224
223
230

도면3


310
321
210
328
322
323
327
324
326
325

도면4


시작
메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델을 구성하는 복수의 다각형 엘리먼트들의 꼭짓점에 해당되는 복수의 정점들 중 제1 정점을 기준으로, 제1 정점을 꼭짓점으로 갖는 적어도 하나의 다각형 엘리먼트를 선택
S410
적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해, 그래픽 모델에 적용될 최적의 형태로 미리 지정된 참조 다각형 엘리먼트와의 유사도를 측정
S420
적어도 하나의 다각형 엘리먼트 각각에 대해서 측정된 유사도를 기초로 적어도 하나의 다각형 엘리먼트 중 유사도가 최소인 제1 다각형 엘리먼트를 선택
S430
적어도 하나의 다각형 엘리먼트가 존재하는 영역 내에서 제1 정점이 이동하는 경우 제1 다각형 엘리먼트의 형태가 변형됨에 따라 측정될 수 있는 제1 다각형 엘리먼트와 참조 다각형 엘리먼트 간의 유사도가 최대가 되는 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표를 선택하고, 선택된 제1 정점의 이동 지점에 대한 좌표로 제1 정점을 이동시켜 그래픽 모델의 메쉬 구조를 보정
S440
종료