



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월08일

(11) 등록번호 10-2063562

(24) 등록일자 2020년01월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 17/20 (2006.01) G06N 20/00 (2019.01)

G06T 19/20 (2011.01)

(52) CPC특허분류

G06T 17/20 (2013.01)

G06N 20/00 (2019.01)

(21) 출원번호 10-2019-0134288

(22) 출원일자 2019년10월28일

심사청구일자 2019년10월28일

(56) 선행기술조사문헌

Oriol Vinyals 외 2명, "Pointer Networks",  
Article in Advances in neural information  
processing systems, 28 June 2015

KR101804840 B1

KR1020190045650 A

(73) 특허권자

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)

(72) 발명자

김지범

경기도 광명시 광명역로 26 광명역파크자이아파트  
102동 1701호

최우진

인천광역시 연수구 옥련로99번길 19-11 가동 302  
호

이재승

인천광역시 계양구 계산로 171 현대아파트 102동  
1010호

(74) 대리인

김효성

전체 청구항 수 : 총 14 항

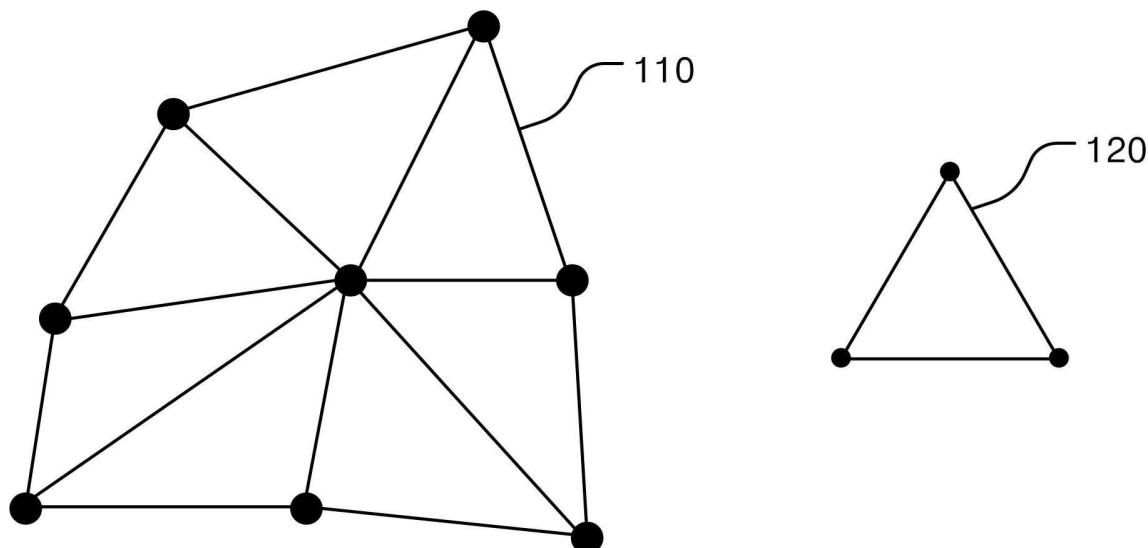
심사관 : 강석제

(54) 발명의 명칭 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치 및 그 동작 방법

## (57) 요약

포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치 및 그 동작 방법이 개시된다. 본 발명은 메쉬(mesh) 구조 기반의 그래픽 모델을 구성하는 삼각형 엘리먼트(element)들이 이상적인 삼각형 엘리먼트의 형상에 가깝게 형성되도록 하는 인공지능 기반의 그래픽 처리 기술을 제시함으로써, 고품질의 메쉬 구조의 생성이 가능하도록 지원할 수 있다.

## 대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

**G06T 19/20** (2013.01)

G06T 2207/20081 (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

서로 다른 복수의 점 집합들 - 상기 복수의 점 집합들 각각은 서로 다른  $n$ ( $n$ 은 4이상의 자연수)개의 점들에 대한 인덱스와 좌표로 구성된 집합을 의미함 - 과 상기 복수의 점 집합들 각각에 대응되는 미리 정해진  $k$ ( $k$ 는 2이상의 자연수로  $n$ 보다 작음)개의 인덱스 선택 세트들 - 상기 인덱스 선택 세트들 각각은 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 중에서 선택된 3개의 점들의 인덱스로 구성된 세트를 의미함 - 이 트레이닝 세트로 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부;

상기 트레이닝 세트 저장부로부터 상기 복수의 점 집합들 중 어느 하나인 제1 점 집합과 상기 제1 점 집합에 대응되는  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들을 추출한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들의 좌표를 입력 열로 구성하여 포인터 네트워크(pointer network)의 인코더를 통해 인코딩을 수행하는 인코딩부;

상기 인코더를 통해 수행된 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들의 좌표에 대한 인코딩 결과를 상기 포인터 네트워크의 디코더에 인가하여 상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛(decoder unit)별로 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 각각에 대한 어텐션 가중치(attention weight)를 연산하고, 상기 어텐션 가중치에 미리 설정된 활성화 함수(Activation Function)를 적용하여 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 각각에 대한 함수 값을 연산한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 중 상기 함수 값이 큰 순서로 3개의 점들의 인덱스를 선택함으로써, 3개의 점들의 인덱스로 구성된 서로 다른  $k$ 개의 점 선택 세트들을 생성하는 점 선택부; 및

상기  $k$ 개의 점 선택 세트들과 상기  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들을 비교하여 상기  $k$ 개의 점 선택 세트들과 상기  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들이 서로 일치하게 되도록 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키는 학습 수행부를 포함하는 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 점 선택부는

상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛 중 어느 하나인 제1 디코더 유닛에서 3개의 점들의 인덱스가 선택되면, 상기 제1 디코더 유닛에서 선택된 3개의 점들에 대한 좌표를 상기 제1 디코더 유닛의 다음 디코더 유닛인 제2 디코더 유닛의 입력으로 인가하는 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 활성화 함수는 시그모이드(sigmoid) 함수인 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수의 점 집합들 전부에 대해 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키기 위한 과정의 반복 수행을 제어하는 반복 수행 제어부

를 더 포함하는 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 트레이닝 세트 저장부에는

상기 복수의 점 집합들 각각에 대해 기계학습을 수행할 미리 지정된 순번에 대한 정보가 추가로 대응되어 저장되어 있고,

상기 반복 수행 제어부는

상기 복수의 점 집합들 각각에 대응되어 저장되어 있는 순번에 따른 순서로 상기 복수의 점 집합들 전부에 대해 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키기 위한 과정의 반복 수행을 제어하는 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치.

## 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 포인터 네트워크에 대한 기계학습이 완료된 이후,  $n$ 개의 정점(vertex)들을 갖는 그래픽 모델에 대한 메쉬(mesh) 구조의 생성 명령이 인가되면, 상기  $n$ 개의 정점들의 좌표를 확인하고, 상기  $n$ 개의 정점들에 대해 인덱스를 할당하는 전처리부;

상기  $n$ 개의 정점들의 좌표를 입력 열로 구성하여 기계학습이 완료된 상기 포인터 네트워크의 상기 인코더를 통해 인코딩을 수행하는 인코딩 처리부;

상기 인코더를 통해 수행된 상기  $n$ 개의 정점들의 좌표에 대한 인코딩 결과를 기계학습이 완료된 상기 포인터 네트워크의 상기 디코더에 인가하여 상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛별로 상기  $n$ 개의 정점들 각각에 대한 어텐션 가중치를 연산하고, 상기 어텐션 가중치에 상기 활성화 함수를 적용하여 상기  $n$ 개의 정점들 각각에 대한 선택용 함수 값을 연산한 후 상기  $n$ 개의 정점들 중 상기 선택용 함수 값이 큰 순서로 3개의 정점들의 인덱스를 선택함으로써, 3개의 정점들의 인덱스로 구성된 서로 다른  $k$ 개의 정점 선택 세트들을 생성하는 정점 선택부; 및

상기  $k$ 개의 정점 선택 세트들 각각에 포함된 3개의 정점들의 인덱스를 기초로 상기  $k$ 개의 정점 선택 세트들 각각에 대응하는 삼각형 엘리먼트를 구성함으로써, 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조를 생성하는 메쉬 구조 생성부를 더 포함하는 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치.

## 청구항 7

서로 다른 복수의 점 집합들 - 상기 복수의 점 집합들 각각은 서로 다른  $n$ ( $n$ 은 4이상의 자연수)개의 점들에 대한 인덱스와 좌표로 구성된 집합을 의미함 - 과 상기 복수의 점 집합들 각각에 대응되는 미리 정해진  $k$ ( $k$ 는 2이상의 자연수로  $n$ 보다 작음)개의 인덱스 선택 세트들 - 상기 인덱스 선택 세트들 각각은 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 중에서 선택된 3개의 점들의 인덱스로 구성된 세트를 의미함 - 이 트레이닝 세트로 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부를 유지하는 단계;

상기 트레이닝 세트 저장부로부터 상기 복수의 점 집합들 중 어느 하나인 제1 점 집합과 상기 제1 점 집합에 대응되는  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들을 추출한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들의 좌표를 입력 열로 구성하여 포인터 네트워크(pointer network)의 인코더를 통해 인코딩을 수행하는 단계;

상기 인코더를 통해 수행된 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들의 좌표에 대한 인코딩 결과를 상기 포인터 네트워크의 디코더에 인가하여 상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛(decoder unit)별로 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 각각에 대한 어텐션 가중치(attention weight)를 연산하고, 상기 어텐션 가중치에 미리 설정된 활성화 함수(Activation Function)를 적용하여 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 각각에 대한 함수 값을 연산한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 중 상기 함수 값이 큰 순서로 3개의 점들의 인덱스를 선택함으로써, 3개의 점들의 인덱스로 구성된 서로 다른  $k$ 개의 점 선택 세트들을 생성하는 단계; 및

상기  $k$ 개의 점 선택 세트들과 상기  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들을 비교하여 상기  $k$ 개의 점 선택 세트들과 상기  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들이 서로 일치하게 되도록 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키는 단계

를 포함하는 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 방법.

## 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 k개의 점 선택 세트들을 생성하는 단계는

상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛 중 어느 하나인 제1 디코더 유닛에서 3개의 점들의 인덱스가 선택되면, 상기 제1 디코더 유닛에서 선택된 3개의 점들에 대한 좌표를 상기 제1 디코더 유닛의 다음 디코더 유닛인 제2 디코더 유닛의 입력으로 인가하는 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 방법.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 활성화 함수는 시그모이드(sigmoid) 함수인 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 방법.

#### 청구항 10

제7항에 있어서,

상기 복수의 점 집합들 전부에 대해 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키기 위한 과정의 반복 수행을 제어하는 단계

를 더 포함하는 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

상기 트레이닝 세트 저장부에는

상기 복수의 점 집합들 각각에 대해 기계학습을 수행할 미리 지정된 순번에 대한 정보가 추가로 대응되어 저장되어 있고,

상기 반복 수행을 제어하는 단계는

상기 복수의 점 집합들 각각에 대응되어 저장되어 있는 순번에 따른 순서로 상기 복수의 점 집합들 전부에 대해 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키기 위한 과정의 반복 수행을 제어하는 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 방법.

#### 청구항 12

제10항에 있어서,

상기 포인터 네트워크에 대한 기계학습이 완료된 이후, n개의 정점(vertex)들을 갖는 그래픽 모델에 대한 메쉬(mesh) 구조의 생성 명령이 인가되면, 상기 n개의 정점들의 좌표를 확인하고, 상기 n개의 정점들에 대해 인덱스를 할당하는 단계;

상기 n개의 정점들의 좌표를 입력 열로 구성하여 기계학습이 완료된 상기 포인터 네트워크의 상기 인코더를 통해 인코딩을 수행하는 단계;

상기 인코더를 통해 수행된 상기 n개의 정점들의 좌표에 대한 인코딩 결과를 기계학습이 완료된 상기 포인터 네트워크의 상기 디코더에 인가하여 상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛별로 상기 n개의 정점들 각각에 대한 어텐션 가중치를 연산하고, 상기 어텐션 가중치에 상기 활성화 함수를 적용하여 상기 n개의 정점들 각각에 대한 선택용 함수 값을 연산한 후 상기 n개의 정점들 중 상기 선택용 함수 값이 큰 순서로 3개의 정점들의 인덱스를 선택함으로써, 3개의 정점들의 인덱스로 구성된 서로 다른 k개의 정점 선택 세트들을 생성하는 단계; 및

상기 k개의 정점 선택 세트들 각각에 포함된 3개의 정점들의 인덱스를 기초로 상기 k개의 정점 선택 세트들 각각에 대응하는 삼각형 엘리먼트를 구성함으로써, 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조를 생성하는 단계

를 더 포함하는 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치

의 동작 방법.

### 청구항 13

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

### 청구항 14

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항의 방법을 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치 및 그 동작 방법에 대한 것이다.

### 배경 기술

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

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

[0006] 예컨대, 도 1의 도면부호 110에 도시된 그림과 같이, 삼각형 엘리먼트들로 구성된 그래픽 모델이 존재하는 경우, 각 삼각형 엘리먼트들의 형상이 각각 상이하게 존재하는 것보다 각 삼각형 엘리먼트들이 모두 도면부호 120에 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] 하지만, 기존의 메쉬 구조 기반의 모델링 기법들에서는 삼각형 엘리먼트들의 형상을 고려하지 않고, 모델링을 지원하는 경우가 많다는 점에서 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조를 생성할 때, 이상적인 형상의 삼각형 엘리먼트들이 생성될 수 있도록 하는 기법에 대한 연구가 필요하다.

[0008] 관련해서, 최근에는 기계학습과 관련된 다양한 인공지능 기술들이 등장하고 있다는 점에서 기계학습을 통해 그래픽 모델에 최적화된 삼각형 엘리먼트들이 생성될 수 있도록 하는 학습 모델을 만든 후 상기 학습 모델을 통해 소정의 그래픽 모델에 대응하는 고품질의 메쉬 구조가 생성될 수 있도록 지원하기 위한 기술의 연구가 필요하다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 메쉬(mesh) 구조 기반의 그래픽 모델을 구성하는 삼각형 엘리먼트(element)들이 이상적인 삼각형 엘리먼트의 형상에 가깝게 형성되도록 하는 인공지능 기반의 그래픽 처리 기술을 제시함으로써, 고품질의 메쉬 구조의 생성이 가능하도록 지원하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일실시예에 따른 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치는 서로 다른 복수의 점 집합들 - 상기 복수의 점 집합들 각각은 서로 다른  $n$ ( $n$ 은 4이상의 자연수)개의 점들에 대한 인덱스와 좌표로 구성된 집합을 의미함 - 과 상기 복수의 점 집합들 각각에 대응되는 미리 정해진  $k$ ( $k$ 는 2이상의 자연수로  $n$ 보다 작음)개의 인덱스 선택 세트들 - 상기 인덱스 선택 세트들 각각은 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 중에서 선택된 3개의 점들의 인덱스로 구성된 세트를 의미함 - 이 트레이닝 세트로 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부, 상기 트레이닝 세트 저장부로부터 상기 복수의 점 집합들 중 어느 하나인 제1 점 집합과 상기 제1 점 집합에 대응되는  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들을 추출한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들의 좌표를 입력 열로 구성하여 포인터 네트워크(pointer network)의 인코더를 통해 인코딩을 수행하는 인코딩부, 상기 인코더를 통해 수행된 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들의 좌표에 대한 인코딩 결과를 상기 포인터 네트워크의 디코더에 인가하여 상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛(decoder unit)별로 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 각각에 대한 어텐션 가중치(attention weight)를 연산하고, 상기 어텐션 가중치에 미리 설정된 활성화 함수(Activation Function)를 적용하여 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 각각에 대한 함수 값을 연산한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 중 상기 함수 값이 큰 순서로 3개의 점들의 인덱스를 선택함으로써, 3개의 점들의 인덱스로 구성된 서로 다른  $k$ 개의 점 선택 세트들을 생성하는 점 선택부 및 상기  $k$ 개의 점 선택 세트들과 상기  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들을 비교하여 상기  $k$ 개의 점 선택 세트들과 상기  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들이 서로 일치하게 되도록 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키는 학습 수행부를 포함한다.

[0011] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 방법은 서로 다른 복수의 점 집합들 - 상기 복수의 점 집합들 각각은 서로 다른  $n$ ( $n$ 은 4이상의 자연수)개의 점들에 대한 인덱스와 좌표로 구성된 집합을 의미함 - 과 상기 복수의 점 집합들 각각에 대응되는 미리 정해진  $k$ ( $k$ 는 2이상의 자연수로  $n$ 보다 작음)개의 인덱스 선택 세트들 - 상기 인덱스 선택 세트들 각각은 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 중에서 선택된 3개의 점들의 인덱스로 구성된 세트를 의미함 - 이 트레이닝 세트로 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부를 유지하는 단계, 상기 트레이닝 세트 저장부로부터 상기 복수의 점 집합들 중 어느 하나인 제1 점 집합과 상기 제1 점 집합에 대응되는  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들을 추출한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들의 좌표를 입력 열로 구성하여 포인터 네트워크의 인코더를 통해 인코딩을 수행하는 단계, 상기 인코더를 통해 수행된 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들의 좌표에 대한 인코딩 결과를 상기 포인터 네트워크의 디코더에 인가하여 상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛별로 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 각각에 대한 어텐션 가중치를 연산하고, 상기 어텐션 가중치에 미리 설정된 활성화 함수를 적용하여 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 각각에 대한 함수 값을 연산한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 중 상기 함수 값이 큰 순서로 3개의 점들의 인덱스를 선택함으로써, 3개의 점들의 인덱스로 구성된 서로 다른  $k$ 개의 점 선택 세트들을 생성하는 단계 및 상기  $k$ 개의 점 선택 세트들과 상기  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들을 비교하여 상기  $k$ 개의 점 선택 세트들과 상기  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들이 서로 일치하게 되도록 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키는 단계를 포함한다.

## 발명의 효과

[0012] 본 발명은 메쉬(mesh) 구조 기반의 그래픽 모델을 구성하는 삼각형 엘리먼트(element)들이 이상적인 삼각형 엘리먼트의 형상에 가깝게 형성되도록 하는 인공지능 기반의 그래픽 처리 기술을 제시함으로써, 고품질의 메쉬 구조의 생성이 가능하도록 지원할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 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] 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.
- [0016] 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.
- [0017] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0018] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 그래픽 처리 장치(210)는 트레이닝 세트 저장부(211), 인코딩부(212), 점 선택부(213) 및 학습 수행부(214)를 포함한다.
- [0019] 트레이닝 세트 저장부(211)에는 서로 다른 복수의 점 집합들과 상기 복수의 점 집합들 각각에 대응되는 미리 정해진  $k$  ( $k$ 는 2이상의 자연수로  $n$ 보다 작음)개의 인덱스 선택 세트들이 트레이닝 세트로 저장되어 있다.
- [0020] 여기서, 상기 복수의 점 집합들 각각은 서로 다른  $n$  ( $n$ 은 4이상의 자연수)개의 점들에 대한 인덱스와 좌표로 구성된 집합을 의미하며, 상기 인덱스 선택 세트들 각각은 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 중에서 선택된 3개의 점들의 인덱스로 구성된 세트를 의미한다.
- [0021] 예컨대,  $n$ 을 4,  $k$ 를 2라고 하였을 때, 트레이닝 세트 저장부(211)에는 하기의 표 1과 같이 데이터가 저장되어 있을 수 있다.

표 1

[0023]

| 점 집합                                                     | 인덱스 선택 세트                        |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------|
| $p1(x1, y1), p2(x2, y2), p3(x3, y3), p4(x4, y4)$         | $(p2, p3, p4)$<br>$(p1, p2, p4)$ |
| $p1(x5, y5), p2(x6, y6), p3(x7, y7), p4(x8, y8)$         | $(p1, p2, p3)$<br>$(p1, p3, p4)$ |
| $p1(x9, y9), p2(x10, y10), p3(x11, y11), p4(x12, y13)$   | $(p1, p2, p3)$<br>$(p2, p3, p4)$ |
| $p1(x14, y14), p2(x15, y15), p3(x16, y16), p4(x17, y17)$ | $(p1, p3, p4)$<br>$(p2, p3, p4)$ |
| ...                                                      | ...                              |

[0025]

여기서, ' $p1, p2, p3, p4$ '는 각 점의 인덱스를 의미하고, ' $(x1, x2), (x2, x3)$ ' 등은 각 점의 좌표를 의미한다.

- [0026] 트레이닝 세트 저장부(211)에 트레이닝 세트로 저장되어 있는 데이터는 소정의 점 집합이 주어졌을 때, 해당 점 집합에서 그려질 수 있는 최적의 삼각형을 만들기 위한 학습용 데이터로, 인덱스 선택 세트에 포함된 3개의 점에 대한 인덱스가 최적의 삼각형을 구성하는 꼭짓점에 해당된다. 이러한 트레이닝 데이터는 사용자에게 의해 미리 지정되는 데이터로, 사용자는 특정 점 집합에서 고품질의 메쉬 구조를 생성하기 위한 소정의 삼각형을 구성하는 3개의 점을 그룹화하여 상기 인덱스 선택 세트로 미리 구성해 둘 수 있다.
- [0027] 이렇게, 트레이닝 세트 저장부(211)가 구축되어 있는 상태에서, 인코딩부(212)는 트레이닝 세트 저장부(211)로부터 상기 복수의 점 집합들 중 어느 하나인 제1 점 집합과 상기 제1 점 집합에 대응되는 k개의 제1 인덱스 선택 세트들을 추출한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는 n개의 점들의 좌표를 입력 열로 구성하여 포인터 네트워크(pointer network)의 인코더를 통해 인코딩을 수행한다.
- [0028] 점 선택부(213)는 상기 인코더를 통해 수행된 상기 제1 점 집합을 구성하는 n개의 점들의 좌표에 대한 인코딩 결과를 상기 포인터 네트워크의 디코더에 인가하여 상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛(decoder unit)별로 상기 제1 점 집합을 구성하는 n개의 점들 각각에 대한 어텐션 가중치(attention weight)를 연산하고, 상기 어텐션 가중치에 미리 설정된 활성화 함수(Activation Function)를 적용하여 상기 제1 점 집합을 구성하는 n개의 점들 각각에 대한 함수 값을 연산한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는 n개의 점들 중 상기 함수 값이 큰 순서로 3개의 점들의 인덱스를 선택함으로써, 3개의 점들의 인덱스로 구성된 서로 다른 k개의 점 선택 세트들을 생성한다.
- [0029] 학습 수행부(214)는 상기 k개의 점 선택 세트들과 상기 k개의 제1 인덱스 선택 세트들을 비교하여 상기 k개의 점 선택 세트들과 상기 k개의 제1 인덱스 선택 세트들이 서로 일치하게 되도록 상기 포인터 네트워크를 기계학습시킨다.
- [0030] 포인터 네트워크란 Recurrent Neural Network(RNN)을 기반으로 어텐션 메커니즘(Attention mechanism)을 이용하여 입력 시퀀스에 대응되는 위치들의 리스트를 출력하는 딥러닝 모델을 의미한다. 포인터 네트워크는 도 3에 도시된 그림과 같이 RNN 기반의 인코더(310)와 디코더(320)로 구성되며, 인코더(310)는 입력 열을 인코딩하여 디코더(320)로 제공하고, 디코더(320)는 인코딩 결과를 입력받아 인코더(310)의 입력 중 어느 위치를 주의해서 봐야 하는지에 대한 어텐션 가중치를 출력으로 산출한다. 여기서, 디코더(320)는 디코더 유닛(321, 322, 323)들로 구성되고, 각 디코더 유닛(321, 322, 323)별로 어텐션 가중치가 출력으로 산출되며, 각 디코더 유닛(321, 322, 323)에서 산출된 어텐션 가중치 중 softmax 함수가 적용되었을 때의 최대 확률 값을 갖는 인코더 유닛에 대응하는 입력 데이터가 다음 디코더 유닛의 입력으로 인가된다.
- [0031] 관련해서, 트레이닝 세트 저장부(211)에 상기 표 1과 같이 데이터가 저장되어 있다고 하고, 상기 제1 점 집합이 'p1(x1, y1), p2(x2, y2), p3(x3, y3), p4(x4, y4)'라고 하는 경우, 인코딩부(212)는 상기 제1 점 집합을 구성하는 4개의 점들의 좌표를 입력 열로 구성하여 포인터 네트워크의 인코더(310)를 통해 인코딩을 수행할 수 있다.
- [0032] 그리고, 점 선택부(213)는 인코더(310)를 통해 수행된 상기 제1 점 집합을 구성하는 4개의 점들의 좌표에 대한 인코딩 결과를 상기 포인터 네트워크의 디코더(320)에 인가하여 디코더(320)를 구성하는 디코더 유닛(321, 322, 323)별로 상기 제1 점 집합을 구성하는 4개의 점들 각각에 대한 어텐션 가중치를 연산할 수 있다.
- [0033] 그러고 나서, 점 선택부(213)는 디코더 유닛(321, 322, 323)별로 산출된 4개의 점들 각각에 대한 상기 어텐션 가중치에 미리 설정된 활성화 함수를 적용하여 상기 제1 점 집합을 구성하는 4개의 점들 각각에 대한 함수 값을 연산한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는 4개의 점들 중 상기 함수 값이 큰 순서로 3개의 점들의 인덱스를 선택할 수 있다.
- [0034] 관련해서, 디코더 유닛 1(321)의 동작을 설명하면, 디코더 유닛 1(321)은 인코더(310)를 통해 산출된 인코딩 결과를 기초로 'p1, p2, p3, p4'라고 하는 4개의 점들 각각에 대한 어텐션 가중치를 연산할 수 있고, 상기 4개의 점들 각각에 대한 어텐션 가중치에 상기 활성화 함수를 적용하여 'p1, p2, p3, p4'라고 하는 4개의 점들 각각에 대한 함수 값을 연산한 후 'p1, p2, p3, p4'라고 하는 4개의 점들 중 상기 함수 값이 큰 순서로 3개의 점들의 인덱스를 선택할 수 있다. 도 3의 실시예에서는 3개의 점들에 대한 인덱스로 'p1, p2, p3'이 선택된 예가 도시되어 있다.
- [0035] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 활성화 함수는 시그모이드(sigmoid) 함수일 수 있다. 시그모이드 함수는 하기의 수학적 식 1의 연산에 따라 입력 값을 0에서 1사이의 값으로 변환하는 함수이다.

## 수학식 1

$$S(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

[0037]

[0039] 이러한 방식으로, 점 선택부(213)는 디코더 유닛 2(322)를 통해 'p1, p3, p4'라고 하는 3개의 점들에 대한 인덱스를 선택할 수 있다.

[0040] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 점 선택부(213)는 디코더(320)를 구성하는 디코더 유닛(321, 322, 323) 중 어느 하나인 제1 디코더 유닛에서 3개의 점들의 인덱스가 선택되면, 상기 제1 디코더 유닛에서 선택된 3개의 점들에 대한 좌표를 상기 제1 디코더 유닛의 다음 디코더 유닛인 제2 디코더 유닛의 입력으로 인가할 수 있다.

[0041] 관련해서, 디코더 유닛 1(321)에서 'p1, p2, p3'이라고 하는 점들의 인덱스가 선택되었기 때문에, 점 선택부(213)는 디코더 유닛 1(321)의 다음 디코더 유닛인 디코더 유닛 2(322)에 'p1, p2, p3'이라고 하는 3개의 점들에 대한 좌표를 입력으로 인가하여 디코더 유닛 2(322)가 'p1, p2, p3, p4'라고 하는 4개의 점들 각각에 대한 어텐션 가중치를 산출하도록 처리할 수 있다.

[0042] 이렇게, 디코더 유닛 1, 2(321, 322)에서 3개의 점들에 대한 인덱스가 산출되면, 본 실시예에서는 k를 2라고 가정하였기 때문에, 점 선택부(213)는 점들에 대한 인덱스의 선택을 완료함으로써, '(p1, p2, p3)'이라고 하는 점 선택 세트 1과 '(p1, p3, p4)'라고 하는 점 선택 세트 2를 생성할 수 있다.

[0043] 이렇게, 점 선택부(213)를 통해, '(p1, p2, p3)'이라고 하는 점 선택 세트 1과 '(p1, p3, p4)'라고 하는 점 선택 세트 2가 생성되면, 학습 수행부(214)는 상기 생성된 점 선택 세트 1, 2와 상기 표 1에서 'p1(x1, y1), p2(x2, y2), p3(x3, y3), p4(x4, y4)'라는 점 집합에 대응되는 인덱스 선택 세트인 '(p2, p3, p4)', '(p1, p2, p4)'를 서로 비교하여 점 선택 세트 1인 '(p1, p2, p3)'이 인덱스 선택 세트 1인 '(p2, p3, p4)'와 일치하고, 점 선택 세트 2인 '(p1, p3, p4)'가 인덱스 선택 세트 2인 '(p1, p2, p4)'와 일치하게 되도록 상기 포인터 네트워크를 기계학습시킬 수 있다.

[0044] 즉, 학습 수행부(214)는 디코더 유닛 1(321)에서 'p2, p3, p4'에 대한 함수 값이 'p1, p2, p3, p4' 중 큰 3개의 값으로 산출되도록 함과 동시에, 디코더 유닛 2(322)에서 'p1, p2, p4'에 대한 함수 값이 'p1, p2, p3, p4' 중 큰 3개의 값으로 산출되도록 역전파(back propagation) 처리를 수행함으로써, 상기 포인터 네트워크를 기계학습시킬 수 있다.

[0045] 본 발명의 일실시예에 따르면, 학습 수행부(214)는 트레이닝 세트 저장부(211)에 저장되어 있는 상기 복수의 점 집합들을 구성하는 n개의 점들에 할당된 인덱스가 숫자로 구성되어 있다고 하는 경우, 하기의 수학식 2에 따라 연산되는 손실 값이 0이 되도록 상기 포인터 네트워크를 기계학습시킬 수 있다.

## 수학식 2

$$L = \sum_{s=1}^k \left( \sum_{t=1}^3 |j_t - i_t|_s \right)$$

[0047]

[0049] 상기 수학식 2에서, 트레이닝 세트 저장부(211)에 저장되어 있는 상기 복수의 점 집합들 중 제1 점 집합에 대해 기계학습이 수행됨에 따라 인코딩부(212)에서 상기 제1 점 집합에 대응되는 k개의 제1 인덱스 선택 세트들이 추출되었다고 하고, 점 선택부(213)에서 k개의 점 선택 세트들이 선택되었다고 하는 경우, L은 상기 손실 값,

$|j_t - i_t|_s$ 는 상기 k개의 점 선택 세트들 중 s번째 점 선택 세트에 포함된 3개의 점들에서 t번째 점의 인덱스인  $j_t$ 와, 상기 k개의 제1 인덱스 선택 세트들 중 s번째 제1 인덱스 선택 세트에 포함된 3개의 점들에서 t번째 점의 인덱스인  $i_t$ 간의 차이의 절대 값을 의미한다.

- [0050] 관련해서, 상기 k개의 점 선택 세트들과 상기 k개의 제1 인덱스 선택 세트들이 서로 일치하게 되는 경우, 각 세트에 포함된 점들의 인덱스가 모두 일치하는 것이기 때문에 상기 수학식 2에 따라 연산되는 손실 값이 0이 될 수 있다. 따라서, 학습 수행부(214)는 점들의 인덱스가 모두 숫자로 구성되어 있는 경우, 상기 수학식 2에 따라 연산되는 손실 값이 0이 되도록 상기 포인터 네트워크를 기계학습시킬 수 있다.
- [0051] 본 발명의 일실시예에 따르면, 그래픽 처리 장치(210)는 반복 수행 제어부(215)를 더 포함할 수 있다.
- [0052] 반복 수행 제어부(215)는 상기 복수의 점 집합들 전부에 대해 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키기 위한 과정의 반복 수행을 제어한다.
- [0053] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 트레이닝 세트 저장부(211)에는 상기 복수의 점 집합들 각각에 대해 기계학습을 수행할 미리 지정된 순번에 대한 정보가 추가로 대응되어 저장되어 있을 수 있다.
- [0054] 관련해서, 트레이닝 세트 저장부(211)에는 하기의 표 2와 같이 상기 복수의 점 집합들 각각에 대해 기계학습을 수행할 미리 지정된 순번에 대한 정보가 추가로 대응되어 저장되어 있을 수 있다.

표 2

| 순번 | 점 집합                                                     | 인덱스 선택 세트                        |
|----|----------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1  | $p1(x1, y1), p2(x2, y2), p3(x3, y3), p4(x4, y4)$         | $(p2, p3, p4)$<br>$(p1, p2, p4)$ |
| 2  | $p1(x5, y5), p2(x6, y6), p3(x7, y7), p4(x8, y8)$         | $(p1, p2, p3)$<br>$(p1, p3, p4)$ |
| 3  | $p1(x9, y9), p2(x10, y10), p3(x11, y11), p4(x12, y13)$   | $(p1, p2, p3)$<br>$(p2, p3, p4)$ |
| 4  | $p1(x14, y14), p2(x15, y15), p3(x16, y16), p4(x17, y17)$ | $(p1, p3, p4)$<br>$(p2, p3, p4)$ |
| 5  | ...                                                      | ...                              |

- [0058] 이때, 반복 수행 제어부(215)는 상기 복수의 점 집합들 각각에 대응되어 저장되어 있는 순번에 따른 순서로 상기 복수의 점 집합들 전부에 대해 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키기 위한 과정의 반복 수행을 제어할 수 있다.
- [0059] 관련해서, 반복 수행 제어부(215)는 상기 표 2와 같이 트레이닝 세트 저장부(211)에 데이터가 저장되어 있다고 하는 경우, 순번이 빠른 순서를 갖는 데이터를 우선 이용하여 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키기 위한 과정의 반복 수행을 제어할 수 있다.
- [0060] 이때, 사용자는 상기 복수의 점 집합들 각각에 따른 순번을 지정할 때, 정삼각형에 가까운 삼각형을 생성할 수 있을 것으로 확인되는 점 분포를 갖는 점 집합에 대해 기계학습이 우선 수행되도록 순번을 지정할 수 있다.
- [0061] 본 발명의 일실시예에 따르면, 그래픽 처리 장치(210)는 전처리부(216), 인코딩 처리부(217), 정점 선택부(218) 및 메쉬 구조 생성부(219)를 더 포함할 수 있다.
- [0062] 전처리부(216)는 상기 포인터 네트워크에 대한 기계학습이 완료된 이후, n개의 정점(vertex)들을 갖는 그래픽 모델에 대한 메쉬(mesh) 구조의 생성 명령이 인가되면, 상기 n개의 정점들의 좌표를 확인하고, 상기 n개의 정점들에 대해 인덱스를 할당한다.
- [0063] 인코딩 처리부(217)는 상기 n개의 정점들의 좌표를 입력 열로 구성하여 기계학습이 완료된 상기 포인터 네트워크의 상기 인코더를 통해 인코딩을 수행한다.
- [0064] 정점 선택부(218)는 상기 인코더를 통해 수행된 상기 n개의 정점들의 좌표에 대한 인코딩 결과를 기계학습이 완료된 상기 포인터 네트워크의 상기 디코더에 인가하여 상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛별로 상기 n개의 정점들 각각에 대한 어텐션 가중치를 연산하고, 상기 어텐션 가중치에 상기 활성화 함수를 적용하여 상기 n개의 정점들 각각에 대한 선택용 함수 값을 연산한 후 상기 n개의 정점들 중 상기 선택용 함수 값이 큰 순서로 3개의 정점들의 인덱스를 선택함으로써, 3개의 정점들의 인덱스로 구성된 서로 다른 k개의 정점 선택 세트들을 생성한다.
- [0065] 메쉬 구조 생성부(219)는 상기 k개의 정점 선택 세트들 각각에 포함된 3개의 정점들의 인덱스를 기초로 상기 k

개의 정점 선택 세트들 각각에 대응하는 삼각형 엘리먼트를 구성함으로써, 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조를 생성한다.

- [0066] 즉, 본 발명에 따른 그래픽 처리 장치(210)는 상기 포인터 네트워크에 대한 기계학습을 통해 학습 모델이 생성된 이후, 사용자에게 의해 메쉬 구조 생성의 대상이 되는 정점들의 좌표가 인가되면, 상기 좌표를 상기 학습 모델에 입력으로 인가하여 3개의 정점들로 구성된 정점 선택 세트를 생성함으로써, 그래픽 모델에 대한 최적의 삼각형 엘리먼트를 구성할 수 있다.
- [0067] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.
- [0068] 단계(S410)에서는 서로 다른 복수의 점 집합들(상기 복수의 점 집합들 각각은 서로 다른  $n$ ( $n$ 은 4이상의 자연수)개의 점들에 대한 인덱스와 좌표로 구성된 집합을 의미함)과 상기 복수의 점 집합들 각각에 대응되는 미리 정해진  $k$ ( $k$ 는 2이상의 자연수로  $n$ 보다 작음)개의 인덱스 선택 세트들(상기 인덱스 선택 세트들 각각은 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 중에서 선택된 3개의 점들의 인덱스로 구성된 세트를 의미함)이 트레이닝 세트로 저장되어 있는 트레이닝 세트 저장부를 유지한다.
- [0069] 단계(S420)에서는 상기 트레이닝 세트 저장부로부터 상기 복수의 점 집합들 중 어느 하나인 제1 점 집합과 상기 제1 점 집합에 대응되는  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들을 추출한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들의 좌표를 입력 열로 구성하여 포인터 네트워크의 인코더를 통해 인코딩을 수행한다.
- [0070] 단계(S430)에서는 상기 인코더를 통해 수행된 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들의 좌표에 대한 인코딩 결과를 상기 포인터 네트워크의 디코더에 인가하여 상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛별로 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 각각에 대한 어텐션 가중치를 연산하고, 상기 어텐션 가중치에 미리 설정된 활성화 함수를 적용하여 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 각각에 대한 함수 값을 연산한 후 상기 제1 점 집합을 구성하는  $n$ 개의 점들 중 상기 함수 값이 큰 순서로 3개의 점들의 인덱스를 선택함으로써, 3개의 점들의 인덱스로 구성된 서로 다른  $k$ 개의 점 선택 세트들을 생성한다.
- [0071] 단계(S440)에서는 상기  $k$ 개의 점 선택 세트들과 상기  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들을 비교하여 상기  $k$ 개의 점 선택 세트들과 상기  $k$ 개의 제1 인덱스 선택 세트들이 서로 일치하게 되도록 상기 포인터 네트워크를 기계학습시킨다.
- [0072] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S430)에서는 상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛 중 어느 하나인 제1 디코더 유닛에서 3개의 점들의 인덱스가 선택되면, 상기 제1 디코더 유닛에서 선택된 3개의 점들에 대한 좌표를 상기 제1 디코더 유닛의 다음 디코더 유닛인 제2 디코더 유닛의 입력으로 인가할 수 있다.
- [0073] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 활성화 함수는 시그모이드 함수일 수 있다.
- [0074] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 그래픽 처리 장치의 동작 방법은 상기 복수의 점 집합들 전부에 대해 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키기 위한 과정의 반복 수행을 제어하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0075] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 트레이닝 세트 저장부에는 상기 복수의 점 집합들 각각에 대해 기계학습을 수행할 미리 지정된 순번에 대한 정보가 추가로 대응되어 저장되어 있을 수 있고, 상기 반복 수행을 제어하는 단계는 상기 복수의 점 집합들 각각에 대응되어 저장되어 있는 순번에 따른 순서로 상기 복수의 점 집합들 전부에 대해 상기 포인터 네트워크를 기계학습시키기 위한 과정의 반복 수행을 제어할 수 있다.
- [0076] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 그래픽 처리 장치의 동작 방법은 상기 포인터 네트워크에 대한 기계학습이 완료된 이후,  $n$ 개의 정점들을 갖는 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조의 생성 명령이 인가되면, 상기  $n$ 개의 정점들의 좌표를 확인하고, 상기  $n$ 개의 정점들에 대해 인덱스를 할당하는 단계, 상기  $n$ 개의 정점들의 좌표를 입력 열로 구성하여 기계학습이 완료된 상기 포인터 네트워크의 상기 인코더를 통해 인코딩을 수행하는 단계, 상기 인코더를 통해 수행된 상기  $n$ 개의 정점들의 좌표에 대한 인코딩 결과를 기계학습이 완료된 상기 포인터 네트워크의 상기 디코더에 인가하여 상기 디코더를 구성하는 디코더 유닛별로 상기  $n$ 개의 정점들 각각에 대한 어텐션 가중치를 연산하고, 상기 어텐션 가중치에 상기 활성화 함수를 적용하여 상기  $n$ 개의 정점들 각각에 대한 선택용 함수 값을 연산한 후 상기  $n$ 개의 정점들 중 상기 선택용 함수 값이 큰 순서로 3개의 정점들의 인덱스를 선택함으로써, 3개의 정점들의 인덱스로 구성된 서로 다른  $k$ 개의 정점 선택 세트들을 생성하는 단계 및 상기  $k$ 개의 정점 선택 세트들 각각에 포함된 3개의 정점들의 인덱스를 기초로 상기  $k$ 개의 정점 선택 세트들 각각에 대응하는 삼각형 엘리먼트를 구성함으로써, 상기 그래픽 모델의 메쉬 구조를 생성하는 단계를 더 포함할 수 있다.

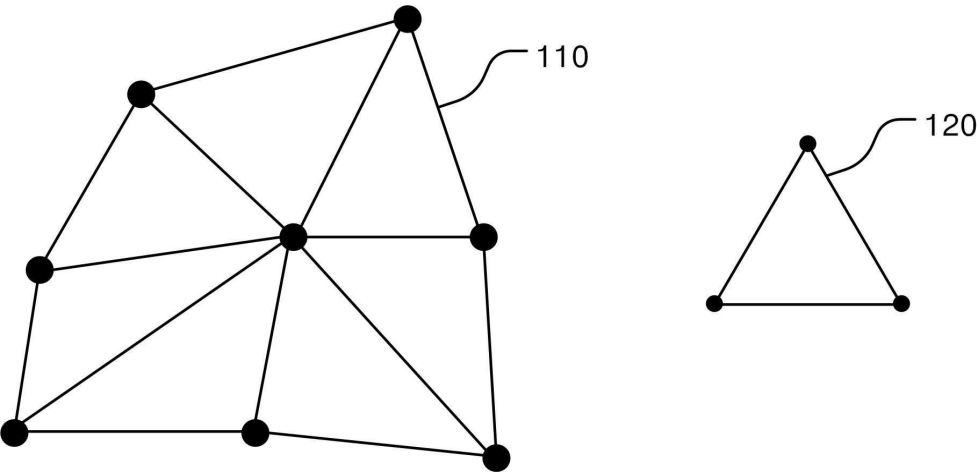
- [0077] 이상, 도 4를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 방법에 대해 설명하였다. 여기서, 본 발명의 일실시예에 따른 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 방법은 도 2 내지 도 3을 이용하여 설명한 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치(210)의 동작에 대한 구성과 대응될 수 있으므로, 이에 대한 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0078] 본 발명의 일실시예에 따른 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 방법은 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.
- [0079] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치의 동작 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.
- [0080] 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.
- [0081] 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

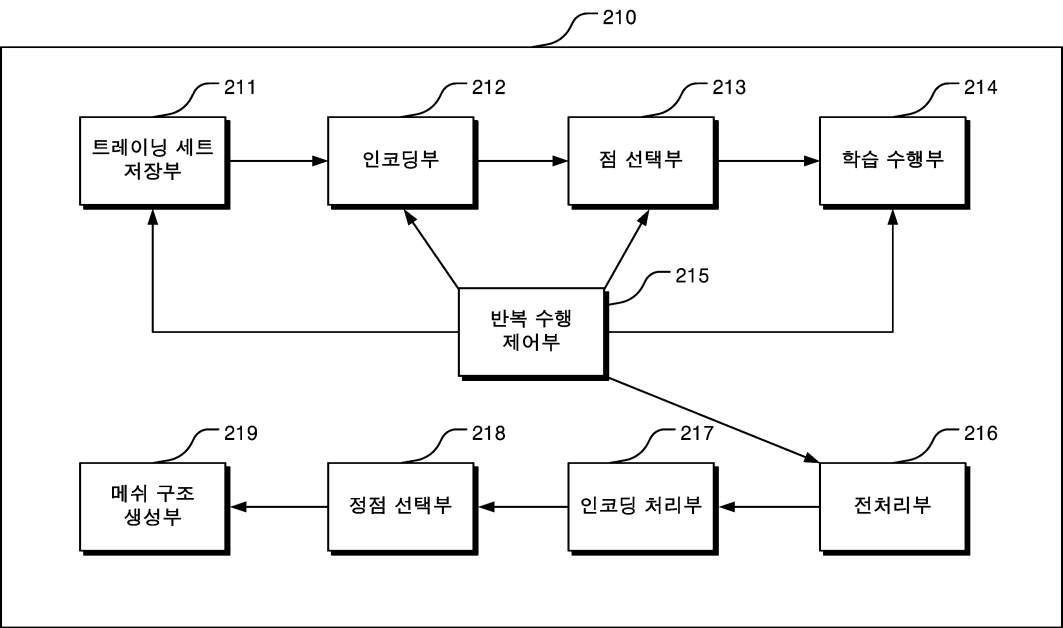
- [0082] 210: 포인터 네트워크의 학습을 통해 고품질의 메쉬 구조의 생성을 지원하기 위한 그래픽 처리 장치
- |                  |             |
|------------------|-------------|
| 211: 트레이닝 세트 저장부 | 212: 인코딩부   |
| 213: 점 선택부       | 214: 학습 수행부 |
| 215: 반복 수행 제어부   | 216: 전처리부   |
| 217: 인코딩 처리부     | 218: 정점 선택부 |
| 219: 메쉬 구조 생성부   |             |

도면

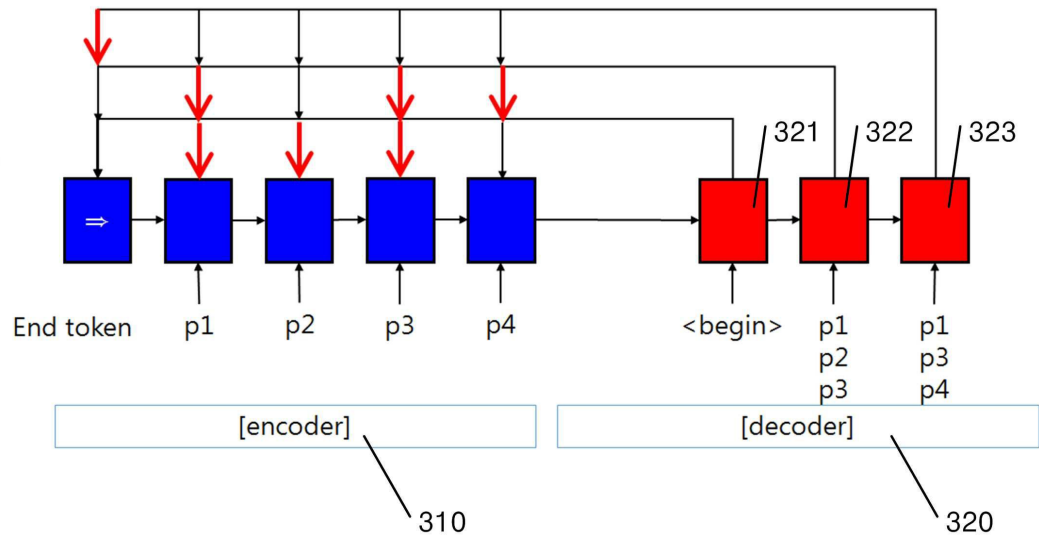
도면1



도면2



도면3



도면4

