



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0143458
(43) 공개일자 2024년10월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 17/20 (2006.01) G06F 21/31 (2013.01)
G06N 20/00 (2019.01) G06N 3/0464 (2023.01)
G06N 3/08 (2023.01) G06T 3/40 (2024.01)
G06T 7/70 (2017.01)

(52) CPC특허분류

G06T 17/205 (2013.01)
G06F 21/31 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0038782

(22) 출원일자 2023년03월24일

심사청구일자 2023년03월24일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 갯벌로 27, 인천대학교 이노베이션센터(송도동)

(72) 발명자

김지범

경기도 광명시 광명역로 26 광명역파크자이아파트 102동 1701호

김민성

인천광역시 계양구 장제로927번길 15

(74) 대리인

특허법인시공

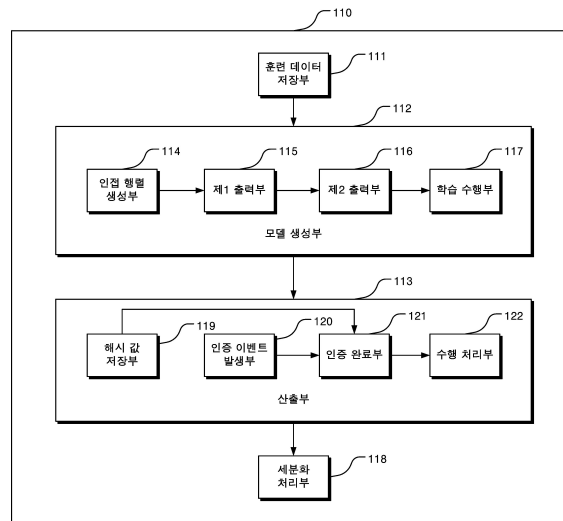
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 딥러닝을 기반으로 그래픽 모델을 구성하는 메쉬 구조의 세분화를 수행할 수 있는 전자 장치 및 그 동작 방법

(57) 요약

본 발명은 딥러닝을 기반으로 그래픽 모델을 구성하는 메쉬 구조의 세분화를 수행할 수 있는 전자 장치 및 그 동작 방법을 제시함으로써, 사용자가 보다 편리하게 그래픽 모델을 구성하는 메쉬 구조의 세분화를 수행할 수 있도록 지원할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G06N 20/00 (2021.08)
 G06N 3/0464 (2023.01)
 G06N 3/084 (2023.01)
 G06T 3/4046 (2024.01)
 G06T 7/70 (2017.01)
 G06T 2207/20081 (2013.01)
 G06T 2207/20084 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711198471
과제번호	00260175
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	정보통신방송혁신인재양성
연구과제명	AI+X융합인재 연구교육과정 개발 및 운영
기 여 율	1/2
과제수행기관명	인천대학교산학협력단
연구기간	2023.07.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2710004359
과제번호	RS-2024-00341307
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	연구재단
연구사업명	중견연구자지원사업
연구과제명	멀티모달 대조학습 기반 사용자 맞춤형 3D CAD 모델 학습 및 생성 방법 연구
기 여 율	1/2
과제수행기관명	인천대학교 산학협력단
연구기간	2024.05.01 ~ 2027.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

n (n 은 3이상의 자연수임)개의 정점들로 구성되는 메쉬(mesh) 구조를 갖는 복수의 훈련용 그래픽 모델들과, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 사전 지정된 레이블링 벡터 - 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 레이블링 벡터는, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화하였을 때, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 정점들 외에 신규로 생성되어야 하는 신규 정점들의 생성 지점을 표상하는 벡터로서, n 개의 정점들 각각의 위치를 기준으로, 각 정점 대응되는 타겟 신규 정점이 생성되어야 하는 위치와의 이격 거리를 성분으로 갖는 n 차원의 벡터임 - 가 서로 대응되어 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부;

상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 중 어느 하나의 훈련용 그래픽 모델을 선정하여, 상기 선정된 훈련용 그래픽 모델과 그에 대응되는 레이블링 벡터를 기초로, n 개의 정점들로 구성되는 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화할 때 사용되는, 정점별 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하는 학습 모델을 생성하기 위한 기계학습 과정을, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 산출 모델을 생성하는 모델 생성부; 및

상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, n 개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출할 것을 요청하는 산출 명령이 인가되면, 상기 산출 모델을 기초로, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개의 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하는 산출부

를 포함하는 전자 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 모델 생성부는

상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 중 어느 하나인 제1 훈련용 그래픽 모델이 선정됨에 따라, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대한 기계학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 제1 정점들 간의 연결 관계에 기초하여, 인접 행렬(adjacency matrix)을 생성하는 인접 행렬 생성부;

상기 n 개의 제1 정점들 각각의, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조 상에서의 위치를 기초로, 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대응되는 특징(feature)을 표상하는 임베딩 벡터를 생성하고, 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대한 임베딩 벡터를 행벡터로 갖는 특징 행렬을 생성한 후, 상기 특징 행렬과 상기 인접 행렬을 기초로 GCN(graph convolutional networks)의 출력을 산출함으로써, 출력 행렬을 생성하는 제1 출력부;

상기 출력 행렬을, 상기 인접 행렬과 함께, ResGCN - 상기 ResGCN은, 제1 GCN, ReLU(Rectified Linear Unit) 및 제2 GCN이 순차적으로 연결되어 있는 신경망으로써, 상기 출력 행렬과 상기 인접 행렬이 입력으로 인가되면, 상기 출력 행렬과 상기 인접 행렬을 상기 제1 GCN에 통과시켜 제1 행렬을 산출하고, 상기 제1 행렬을 상기 ReLU에 통과시켜 제2 행렬을 산출한 후, 상기 제2 행렬과 상기 인접 행렬을 상기 제2 GCN에 통과시켜 제3 행렬을 산출한 다음, 상기 출력 행렬과 상기 제3 행렬을 스킵 연결(Skip-connection)한 결과를 최종 출력으로 산출하도록 사전 구성되어 있음 - 에 통과시킨 후, 상기 ResGCN의 출력을 전 연결 계층(Fully connected layer) - 상기 전 연결 계층은, n 차원의 벡터를 출력으로 산출하도록 사전 구성되어 있음 - 에 통과시킴으로써, n 차원의 예측 벡터를 산출하는 제2 출력부; 및

상기 예측 벡터가 산출되면, 상기 예측 벡터와, 상기 훈련 데이터 저장부 상에서 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대응되어 저장되어 있는 제1 레이블링 벡터 간의 오차가 최소가 되도록 기계학습을 수행하는 학습 수행부

를 포함하는 전자 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 학습 수행부는

상기 예측 벡터가 산출되면, 상기 예측 벡터와 상기 제1 레이블링 벡터 간의 오차를 표상하는 손실 값을 산출하기 위한 사전 지정된 손실 함수를 이용하여, 상기 손실 값을 산출한 후, 상기 손실 값이 최소가 되도록 역전파(Backpropagation) 처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 산출부는

상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, n 개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 상기 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출할 것을 요청하는 산출 명령이 인가되면, 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 정점들 각각의, 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조 상에서의 위치와, 각 정점 간의 연결 관계에 기초하여, 상기 제1 그래픽 모델에 대응되는 제1 특징 행렬과 제1 인접 행렬을 생성한 후, 상기 제1 특징 행렬과 상기 제1 인접 행렬을, 상기 GCN과 상기 ResGCN 및 상기 전 연결 계층으로 구성되는 상기 산출 모델에 입력으로 인가함으로써, n 차원의 출력 벡터를 산출하고, 상기 출력 벡터가 산출되면, 상기 출력 벡터를 구성하는 n 개의 성분들 각각을, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리에 대한 결과로서 산출하는 것을 특징으로 하는 전자 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 산출부를 통해, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리가 산출되면, 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조 상에서, n 개의 정점들 각각의 위치를 기준으로, 각 정점에 대해서 산출된 이격 거리에 따른 지점에 신규 정점을 생성한 후, 생성된 신규 정점들 간의 연결을 통해 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화 처리하는 세분화 처리부

를 더 포함하는 전자 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 산출부는

상기 산출 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증용 해시 값 - 상기 인증용 해시 값은, 사용자에게 대해 사전 발급된 p (p 는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 인증번호를 구성하는 p 개의 숫자들 각각에 대해 모듈로(modulo)-2 연산이 수행된 연산 결과가, 사전 설정된 해시 함수에 입력으로 인가되어 생성된 해시 값임 - 이 저장되어 있는 해시 값 저장부;

상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, 상기 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 산출 명령이 인가되면, 상기 산출 모델을 통한 이격 거리 산출을 수행하기 전에, 사용자 인증을 수행하기 위한 인증 이벤트를 발생시키는 인증 이벤트 발생부;

상기 인증 이벤트가 발생되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 인증번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에게 의해, 상기 제1 인증번호가 입력되면, 상기 제1 인증번호를 구성하는 p 개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행하였을 때의 연산 결과를, 상기 해시 함수에 입력으로 인가하여 제1 해시 값을 생성하고, 상기 제1 해시 값이 상기 인증용 해시 값과 일치하는지 확인하여, 양 해시 값이 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리하는 인증 완료부; 및

사용자 인증이 완료 처리되면, 상기 산출 모델을 기초로, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개의 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리에 대한 산출을 수행하는 수행 처리부

를 포함하는 전자 장치.

청구항 7

n (n 은 3이상의 자연수임)개의 정점들로 구성되는 메쉬(mesh) 구조를 갖는 복수의 훈련용 그래픽 모델들과, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 사전 지정된 레이블링 벡터 - 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 레이블링 벡터는, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화하였을 때, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 정점들 외에 신규로 생성되어야 하는 신규 정점들의 생성 지점을 표상하는 벡터로서, n 개의 정점들 각각의 위치를 기준으로, 각 정점 대응되는 타겟 신규 정점이 생성되어야 하는 위치와의 이격 거리를 성분으로 갖는 n 차원의 벡터임 - 가 서로 대응되어 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부를 유지하는 단계;

상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 중 어느 하나의 훈련용 그래픽 모델을 선정하여, 상기 선정된 훈련용 그래픽 모델과 그에 대응되는 레이블링 벡터를 기초로, n 개의 정점들로 구성되는 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화할 때 사용되는, 정점별 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하는 학습 모델을 생성하기 위한 기계학습 과정을, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 산출 모델을 생성하는 단계; 및

상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, n 개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출할 것을 요청하는 산출 명령이 인가되면, 상기 산출 모델을 기초로, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개의 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하는 단계

를 포함하는 전자 장치의 동작 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 산출 모델을 생성하는 단계는

상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 중 어느 하나인 제1 훈련용 그래픽 모델이 선정됨에 따라, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대한 기계학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 제1 정점들 간의 연결 관계에 기초하여, 인접 행렬(adjacency matrix)을 생성하는 단계;

상기 n 개의 제1 정점들 각각의, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조 상에서의 위치를 기초로, 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대응되는 특징(feature)을 표상하는 임베딩 벡터를 생성하고, 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대한 임베딩 벡터를 행벡터로 갖는 특징 행렬을 생성한 후, 상기 특징 행렬과 상기 인접 행렬을 기초로 GCN(graph convolutional networks)의 출력을 산출함으로써, 출력 행렬을 생성하는 단계;

상기 출력 행렬을, 상기 인접 행렬과 함께, ResGCN - 상기 ResGCN은, 제1 GCN, ReLU(Rectified Linear Unit) 및 제2 GCN이 순차적으로 연결되어 있는 신경망으로써, 상기 출력 행렬과 상기 인접 행렬이 입력으로 인가되면, 상기 출력 행렬과 상기 인접 행렬을 상기 제1 GCN에 통과시켜 제1 행렬을 산출하고, 상기 제1 행렬을 상기 ReLU에 통과시켜 제2 행렬을 산출한 후, 상기 제2 행렬과 상기 인접 행렬을 상기 제2 GCN에 통과시켜 제3 행렬을 산출한 다음, 상기 출력 행렬과 상기 제3 행렬을 스킵 연결(Skip-connection)한 결과를 최종 출력으로 산출하도록 사전 구성되어 있음 - 에 통과시킨 후, 상기 ResGCN의 출력을 전 연결 계층(Fully connected layer) - 상기 전 연결 계층은, n 차원의 벡터를 출력으로 산출하도록 사전 구성되어 있음 - 에 통과시킴으로써, n 차원의 예측 벡터를 산출하는 단계; 및

상기 예측 벡터가 산출되면, 상기 예측 벡터와, 상기 훈련 데이터 저장부 상에서 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대응되어 저장되어 있는 제1 레이블링 벡터 간의 오차가 최소가 되도록 기계학습을 수행하는 단계

를 포함하는 전자 장치의 동작 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 기계학습을 수행하는 단계는

상기 예측 벡터가 산출되면, 상기 예측 벡터와 상기 제1 레이블링 벡터 간의 오차를 표상하는 손실 값을 산출하기 위한 사전 지정된 손실 함수를 이용하여, 상기 손실 값을 산출한 후, 상기 손실 값이 최소가 되도록 역전파(Backpropagation) 처리를 수행하는 것을 특징으로 하는 전자 장치의 동작 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 이격 거리를 산출하는 단계는

상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, n 개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 상기 제1 그래픽 모델을 입력으로 인가되면서, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출할 것을 요청하는 산출 명령이 인가되면, 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 정점들 각각의, 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조 상에서의 위치와, 각 정점 간의 연결 관계에 기초하여, 상기 제1 그래픽 모델에 대응되는 제1 특징 행렬과 제1 인접 행렬을 생성한 후, 상기 제1 특징 행렬과 상기 제1 인접 행렬을, 상기 GCN과 상기 ResGCN 및 상기 전 연결 계층으로 구성되는 상기 산출 모델에 입력으로 인가함으로써, n 차원의 출력 벡터를 산출하고, 상기 출력 벡터가 산출되면, 상기 출력 벡터를 구성하는 n 개의 성분들 각각을, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리에 대한 결과로서 산출하는 것을 특징으로 하는 전자 장치의 동작 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 이격 거리를 산출하는 단계를 통해, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리가 산출되면, 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조 상에서, n 개의 정점들 각각의 위치를 기준으로, 각 정점에 대해서 산출된 이격 거리에 따른 지점에 신규 정점을 생성한 후, 생성된 신규 정점들 간의 연결을 통해 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화 처리하는 단계

를 더 포함하는 전자 장치의 동작 방법.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 이격 거리를 산출하는 단계는

상기 산출 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증용 해시 값 - 상기 인증용 해시 값은, 사용자에게 대해 사전 발급된 p (p 는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 인증번호를 구성하는 p 개의 숫자들 각각에 대해 모듈로(modulo)-2 연산이 수행된 연산 결과가, 사전 설정된 해시 함수에 입력으로 인가되어 생성된 해시 값임 - 이 저장되어 있는 해시 값 저장부를 유지하는 단계;

상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, 상기 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 산출 명령이 인가되면, 상기 산출 모델을 통한 이격 거리 산출을 수행하기 전에, 사용자 인증을 수행하기 위한 인증 이벤트를 발생시키는 단계;

상기 인증 이벤트가 발생되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 인증번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에게 의해, 상기 제1 인증번호가 입력되면, 상기 제1 인증번호를 구성하는 p 개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행하였을 때의 연산 결과를, 상기 해시 함수에 입력으로 인가하여 제1 해시 값을 생성하고, 상기 제1 해시 값이 상기 인증용 해시 값과 일치하는지 확인하여, 양 해시 값이 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리하는 단계; 및

사용자 인증이 완료 처리되면, 상기 산출 모델을 기초로, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개의 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리에 대한 산출을 수행하는 단계

를 포함하는 전자 장치의 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 딥러닝을 기반으로 그래픽 모델을 구성하는 메쉬 구조의 세분화를 수행할 수 있는 전자 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 살펴보는 데 많이 사용되고 있다. 예컨대, 비행기를 메쉬 구조를 이용하여 3차원 모델로 구성한 후 비행기에서의 대기의 흐름을 미리 시뮬레이션하는데 사용될 수 있다.

[0004] 이러한 메쉬 구조는, 좀 더 촘촘한 형태로 세분화할수록 그래픽 모델의 특성을 보다 상세하게 반영할 수 있다는 점에서, 소정의 그래픽 모델에 적용되어 있는 메쉬 구조를 세분화시키는 기법에 대한 연구가 필요하다.

[0005] 메쉬 구조의 세분화란, 도 1의 도면부호 10에 도시된 그림과 같은 4개의 정점들(11, 12, 13, 14)로 구성된 메쉬 구조가 있다고 하는 경우, 해당 메쉬 구조를, 도면부호 20에 도시된 그림과 같이, 점선으로 표시한 소정의 삼각형 메쉬들이 추가로 생성된 상태의 메쉬 구조로 세분화시키는 것을 의미한다.

[0006] 이러한 메쉬 구조의 세분화는, 도면부호 10에 도시된 메쉬 구조를 구성하는 4개의 정점들(11, 12, 13, 14) 각각에 대해, 도면부호 20에 도시된 그림과 같이, 각 정점으로부터 소정의 이격 거리만큼 떨어진 지점에 신규 정점들(21, 22, 23, 24, 25, 26)을 생성한 후, 생성된 신규 정점들(21, 22, 23, 24, 25, 26)을 서로 연결하는 형태로 수행될 수 있다.

[0007] 구체적으로, 메쉬 구조의 세분화는, 4개의 정점들(11, 12, 13, 14) 각각에 대해, 각 정점에 대응되는 타겟 신규 정점의 위치를 표시하는 소정의 이격 거리를 산출한 후, 각 정점에 대해 그 이격 거리만큼 떨어진 지점에 신규 정점을 생성하는 방식으로 수행될 수 있다.

[0008] 이와 관련해서, 정점 1(11)에 대해, 도면부호 20에 도시된 그림과 같이, 타겟 신규 정점의 위치를 표시하는 이격 거리를 'd'와 같이 산출할 수 있고, 나머지 3개의 정점들(12, 13, 14) 각각에 대해서도, 각 정점에 대응되는 타겟 신규 정점의 위치를 표시하는 이격 거리를 산출할 수 있다. 그 이후, 4개의 정점들(11, 12, 13, 14) 각각에 대해, 각 정점을 기준으로 타겟 신규 정점의 이격 거리만큼 떨어진 지점에 신규 정점을 생성함으로써, 도면부호 20에 도시된 그림과 같은 신규 정점들(21, 22, 23, 24, 25, 26)을 생성할 수 있다.

[0009] 이러한 메쉬 구조의 세분화를 진행하기 위해서는, 메쉬 구조를 구성하는 정점들 각각에 대응되는 타겟 신규 정점의 이격 거리를 적절하게 산출하는 것이 중요하다. 이와 관련해서, 최근에는 소정의 훈련 데이터를 기초로 결과를 예측하기 위한 학습 모델을 만들 수 있는 기계학습 기반의 인공지능 기술이 등장하고 있다는 점에서, 메쉬 구조의 세분화를 위한 정점별 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하는 데에 있어서도 이러한 인공지능 기술의 활용을 고려할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 딥러닝을 기반으로 그래픽 모델을 구성하는 메쉬 구조의 세분화를 수행할 수 있는 전자 장치 및 그 동작 방법을 제시함으로써, 사용자가 보다 편리하게 그래픽 모델을 구성하는 메쉬 구조의 세분화를 수행할 수

있도록 지원하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치는 n (n 은 3이상의 자연수임)개의 정점들로 구성되는 메쉬(mesh) 구조를 갖는 복수의 훈련용 그래픽 모델들과, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 사전 지정된 레이블링 벡터 - 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 레이블링 벡터는, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화하였을 때, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 정점들 외에 신규로 생성되어야 하는 신규 정점들의 생성 지점을 표상하는 벡터로서, n 개의 정점들 각각의 위치를 기준으로, 각 정점 대응되는 타겟 신규 정점이 생성되어야 하는 위치와의 이격 거리를 성분으로 갖는 n 차원의 벡터임 - 가 서로 대응되어 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부, 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 중 어느 하나의 훈련용 그래픽 모델을 선정하여, 상기 선정된 훈련용 그래픽 모델과 그에 대응되는 레이블링 벡터를 기초로, n 개의 정점들로 구성되는 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화할 때 사용되는 정점별 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하는 학습 모델을 생성하기 위한 기계학습 과정을, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 산출 모델을 생성하는 모델 생성부 및 상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, n 개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출할 것을 요청하는 산출 명령이 인가되면, 상기 산출 모델을 기초로, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개의 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하는 산출부를 포함한다.

[0012] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 n (n 은 3이상의 자연수임)개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 복수의 훈련용 그래픽 모델들과, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 사전 지정된 레이블링 벡터 - 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 레이블링 벡터는, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화하였을 때, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 정점들 외에 신규로 생성되어야 하는 신규 정점들의 생성 지점을 표상하는 벡터로서, n 개의 정점들 각각의 위치를 기준으로, 각 정점 대응되는 타겟 신규 정점이 생성되어야 하는 위치와의 이격 거리를 성분으로 갖는 n 차원의 벡터임 - 가 서로 대응되어 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부를 유지하는 단계, 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 중 어느 하나의 훈련용 그래픽 모델을 선정하여, 상기 선정된 훈련용 그래픽 모델과 그에 대응되는 레이블링 벡터를 기초로, n 개의 정점들로 구성되는 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화할 때 사용되는 정점별 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하는 학습 모델을 생성하기 위한 기계학습 과정을, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 산출 모델을 생성하는 단계 및 상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, n 개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출할 것을 요청하는 산출 명령이 인가되면, 상기 산출 모델을 기초로, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개의 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명은 딥러닝을 기반으로 그래픽 모델을 구성하는 메쉬 구조의 세분화를 수행할 수 있는 전자 장치 및 그 동작 방법을 제시함으로써, 사용자가 보다 편리하게 그래픽 모델을 구성하는 메쉬 구조의 세분화를 수행할 수 있도록 지원할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 메쉬 구조의 세분화를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 구조를 도시한 도면이다.

도 3과 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 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 2는 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 구조를 도시한 도면이다.
- [0019] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 전자 장치(110)는 훈련 데이터 저장부(111), 모델 생성부(112) 및 산출부(113)를 포함한다.
- [0020] 훈련 데이터 저장부(111)에는 n (n 은 3이상의 자연수임)개의 정점들로 구성되는 메쉬(mesh) 구조를 갖는 복수의 훈련용 그래픽 모델들과, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 사전 지정된 레이블링 벡터가 서로 대응되어 저장되어 있다.
- [0021] 여기서, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들은, 도 1의 도면부호 10에 도시된 그림과 같이, n 개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 그래픽 모델을 의미한다.
- [0022] 그리고, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 레이블링 벡터는, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화하였을 때, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 정점들 외에 신규로 생성되어야 하는 신규 정점들의 생성 지점을 표상하는 벡터로서, n 개의 정점들 각각의 위치를 기준으로, 각 정점 대응되는 타겟 신규 정점이 생성되어야 하는 위치와의 이격 거리를 성분으로 갖는 n 차원의 벡터를 의미한다.
- [0023] 관련해서, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 중 어느 하나의 훈련용 그래픽 모델이 도 1의 도면부호 10에 도시된 그림과 같다고 하는 경우, 상기 훈련용 그래픽 모델에 대응되는 레이블링 벡터는 도 1의 도면부호 20에 도시된 그림과 같이, 4개의 정점들(11, 12, 13, 14) 각각에 대응되는 타겟 신규 정점의 이격 거리를 성분으로 갖는 4차원의 벡터로 구성되어 있을 수 있다. 예컨대, 정점 1(11)에 대응되는 타겟 신규 정점의 이격 거리를 'd', 정점 2(12)에 대응되는 타겟 신규 정점의 이격 거리를 'd2', 정점 3(13)에 대응되는 타겟 신규 정점의 이격 거리를 'd3', 정점 4(14)에 대응되는 타겟 신규 정점의 이격 거리를 'd4'라고 한다면, 도 1의 도면부호 10에 도시된 형태의 메쉬 구조를 갖는 훈련용 그래픽 모델에 대응되는 레이블링 벡터는 '[d d2 d3 d4]'와 같이 구성되어 있을 수 있다.
- [0024] 이러한 각 훈련용 그래픽 모델에 대응되는 레이블링 벡터는, 개발자에 의해서 사전 지정되는 실측(Ground truth) 데이터 기반의 소정의 정답 값으로서, 개발자는 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 소정의 레이블링 벡터를 사전 지정해서, 훈련 데이터 저장부(111) 상에 저장해 둘 수 있다.
- [0025] 모델 생성부(112)는 훈련 데이터 저장부(111)에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 중 어느 하나의 훈련용 그래픽 모델을 선정하여, 상기 선정된 훈련용 그래픽 모델과 그에 대응되는 레이블링 벡터를 기초로, n 개의 정점들로 구성되는 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화할 때 사용되는, 정점별 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하는 학습 모델을 생성하기 위한 기계학습 과정을, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대해 반

복 수행함으로써, 산출 모델을 생성한다.

- [0026] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 모델 생성부(112)는 인접 행렬 생성부(114), 제1 출력부(115), 제2 출력부(116) 및 학습 수행부(117)를 포함할 수 있다. 이하에서는 도 3에 도시된 프레임워크를 기반으로, 모델 생성부(112)의 세부 구성에 대해서 설명하기로 한다.
- [0027] 인접 행렬 생성부(114)는 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 중 어느 하나인 제1 훈련용 그래픽 모델이 선정됨에 따라, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대한 기계학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 제1 정점들 간의 연결 관계에 기초하여, 인접 행렬(adjacency matrix)(212)을 생성한다.
- [0028] 제1 출력부(115)는 상기 n 개의 제1 정점들 각각의, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조 상에서의 위치를 기초로, 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대응되는 특징(feature)을 표상하는 임베딩 벡터를 생성하고, 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대한 임베딩 벡터를 행벡터로 갖는 특징 행렬(211)을 생성한 후, 상기 특징 행렬(211)과 상기 인접 행렬(212)을 기초로 GCN(graph convolutional networks)(213)의 출력을 산출함으로써, 출력 행렬을 생성한다.
- [0029] 여기서, GCN이란, 서로 연결된 노드들의 집합인 그래프로부터, 각 노드에 대응되는 특징을 지시하는 출력 벡터를 산출하는 신경망 모델을 의미한다. 이와 관련해서, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 GCN에서 사용하기 위한 그래프라고 하였을 때, 인접 행렬 생성부(114)는, 상기 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 제1 정점들을 상기 그래프에서의 노드로 취급하고, 상기 n 개의 제1 정점들의 상기 메쉬 구조에서의 연결 관계를 상기 그래프에서의 각 노드 간의 연결 관계로 취급하여, GCN(213)에 인가하기 위한 상기 인접 행렬(212)을 생성할 수 있다. 예컨대, 상기 메쉬 구조 상에서 어느 두 정점이 서로 연결되어 있다고 한다면, 인접 행렬 생성부(114)는 인접 행렬(212) 상에서 상기 두 정점을 지시하는 행과 열에 '1'이라는 성분을 할당하고, 서로 연결되어 있지 않은 정점을 지시하는 행과 열에 '0'이라는 성분을 할당하는 방식으로, 인접 행렬(212)을 생성할 수 있다.
- [0030] 그리고, 제1 출력부(115)는 상기 n 개의 제1 정점들 각각의, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조 상에서의 위치를 기초로, 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대응되는 특징을 표상하는 임베딩 벡터를 생성한 후, 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대한 임베딩 벡터를 행벡터로 갖는 특징 행렬(211)을 생성할 수 있다.
- [0031] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 제1 출력부(115)는 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대한 임베딩 벡터를 생성하기 위해서, 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대한 평균값 좌표(Mean Value Coordinate: MVC), 정점 거리(Vertex distance), 깊이(Depth) 또는 PDE(Partial Differential Equation) 특징값 등을 연산한 후, 각 정점의 평균값 좌표, 정점 거리, 깊이, PDE 특징값 등 중 하나 이상의 데이터를 성분으로 갖는 벡터를, 각 정점에 대응하는 임베딩 벡터로 생성할 수 있다.
- [0032] 여기서, 평균값 좌표란, 메쉬 구조를 구성하는 외곽의 다각형의 각 꼭짓점의 좌표값을 이용하여, 상기 메쉬 구조를 구성하는 각 정점의 상대적 위치를 계산한 특징을 의미하는 것으로서, 도 4에 도시된 그림과 같은 메쉬 구조가 있다고 하는 경우, 평균값 좌표는, 외곽의 다각형의 각 꼭짓점($P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8$)의 좌표값을 이용하여, 상기 메쉬 구조를 구성하는 각 정점의 상대적 위치를 계산한 특징을 의미한다.
- [0033] 그리고, 정점 거리란 메쉬 구조를 구성하는 각 정점별로, 특정 정점으로부터 상기 메쉬 구조를 구성하는 외곽의 다각형의 각 꼭짓점까지 BFS(Breadth-First Search) 알고리즘을 통해 방문해야 하는 이웃 정점의 개수를 계산한 특징을 의미한다. 예컨대, 도 4에 도시된 그림과 같은 메쉬 구조가 있다고 하는 경우, 정점 거리는, 특정 정점으로부터 외곽의 다각형의 각 꼭짓점($P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8$)까지 BFS 알고리즘을 통해 방문해야 하는 이웃 정점의 개수를 계산한 특징으로, 정점별로 총 8개의 꼭짓점까지의 이웃 정점의 개수를 계산해야 하기 때문에, 정점별로 총 8개의 특징값이 산출되게 된다.
- [0034] 그리고, 깊이란 상기 메쉬 구조를 구성하는 외곽의 다각형의 모든 꼭짓점에서 각 정점까지 BFS 알고리즘을 통해 방문해야 하는 최소 이웃 정점의 개수를 계산한 특징을 의미하는 것으로서, 도 4에 도시된 그림과 같은 메쉬 구조가 있다고 하는 경우, 깊이는, 외곽의 다각형의 모든 꼭짓점($P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8$)으로부터 특정 정점까지 BFS 알고리즘을 통해 방문해야 하는 최소 이웃 정점의 개수를 계산한 특징을 의미한다.
- [0035] 그리고, PDE 특징값이란, 메쉬 구조를 구성하는 각 정점에 대한 PDE 상수와 경계 조건(boundary conditions)을 의미한다.

- [0036] 이렇게, 상기 n개의 제1 정점들 각각에 대응되는 특징을 표상하는 임베딩 벡터가 생성되면, 제1 출력부(115)는 상기 n개의 제1 정점들 각각에 대한 임베딩 벡터를 행벡터로 정렬함으로써, GCN(213)에 인가하기 위한 특징 행렬(211)을 생성할 수 있다. 그 이후, 제1 출력부(115)는, 도 3에 도시된 그림과 같이, 상기 특징 행렬(211)과 상기 인접 행렬(212)을 기초로 GCN(213)의 출력을 산출함으로써, 출력 행렬을 생성할 수 있다.
- [0037] 제2 출력부(116)는 상기 출력 행렬을, 상기 인접 행렬(212)과 함께, ResGCN(214)에 통과시킨 후, 상기 ResGCN(214)의 출력을 전 연결 계층(Fully connected layer)(215)에 통과시킴으로써, n차원의 예측 벡터(216)를 산출한다.
- [0038] 여기서, 상기 ResGCN(214)은, 제1 GCN(214-1), ReLU(Rectified Linear Unit)(214-2) 및 제2 GCN(214-3)이 순차적으로 연결되어 있는 신경망으로써, 상기 출력 행렬과 상기 인접 행렬(212)이 입력으로 인가되면, 상기 출력 행렬과 상기 인접 행렬(212)을 상기 제1 GCN(214-1)에 통과시켜 제1 행렬을 산출하고, 상기 제1 행렬을 상기 ReLU(214-2)에 통과시켜 제2 행렬을 산출한 후, 상기 제2 행렬과 상기 인접 행렬(212)을 상기 제2 GCN(214-3)에 통과시켜 제3 행렬을 산출한 다음, 상기 출력 행렬과 상기 제3 행렬을 스킵 연결(Skip-connection)(214-4)한 결과를 최종 출력으로 산출하도록 사전 구성되어 있다.
- [0039] 그리고, 상기 전 연결 계층(215)은, n차원의 벡터를 출력으로 산출하도록 사전 구성되어 있다.
- [0040] 관련해서, 제1 출력부(115)를 통해 상기 출력 행렬이 산출되면, 제2 출력부(116)는 상기 출력 행렬을, 상기 인접 행렬(212)과 함께, ResGCN(214)에 통과시킬 수 있다. 그러면, ResGCN(214)에서는, 도 3에 도시된 그림과 같이, 상기 출력 행렬과 상기 인접 행렬(212)을 상기 제1 GCN(214-1)에 통과시켜 제1 행렬을 산출하고, 상기 제1 행렬을 상기 ReLU(214-2)에 통과시켜 제2 행렬을 산출한 후, 상기 제2 행렬과 상기 인접 행렬(212)을 상기 제2 GCN(214-3)에 통과시켜 제3 행렬을 산출한 다음, 상기 출력 행렬과 상기 제3 행렬을 스킵 연결(214-4)하여 최종 출력을 산출하게 된다.
- [0041] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, ResGCN(214)은 하나 이상의 계층(layer)으로 구성되어 있을 수 있다. 즉, ResGCN(214)은 하나 이상의 계층으로 확장된 형태로 구성되어 있을 수 있어서, n번째 계층의 ResGCN(214)을 통해 소정의 출력이 산출되면, 이 출력이 인접 행렬(212)과 함께 n+1번째 계층의 ResGCN(214)에 다시 통과되는 형태로 구성되어 있을 수 있다.
- [0042] 이렇게, ResGCN(214)을 통해 최종 출력이 산출되면, 제2 출력부(116)는 도 3에 도시된 그림과 같이, 상기 ResGCN(214)의 출력을 전 연결 계층(215)에 통과시킴으로써, n차원의 예측 벡터(216)를 산출할 수 있다.
- [0043] 학습 수행부(117)는, 제2 출력부(116)를 통해, 상기 예측 벡터(216)가 산출되면, 상기 예측 벡터(216)와, 훈련 데이터 저장부(111) 상에서 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대응되어 저장되어 있는 제1 레이블링 벡터 간의 오차가 최소가 되도록 기계학습을 수행할 수 있다.
- [0044] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 학습 수행부(117)는 상기 예측 벡터(216)가 산출되면, 상기 예측 벡터(216)와 상기 제1 레이블링 벡터 간의 오차를 표상하는 손실 값을 산출하기 위한 사전 지정된 손실 함수를 이용하여, 상기 손실 값을 산출한 후, 상기 손실 값이 최소가 되도록 역전파(Backpropagation) 처리를 수행할 수 있다. 예컨대, 학습 수행부(117)는 예측 벡터(216)와 상기 제1 레이블링 벡터 간의 MSE(Mean Squared Error)를 손실 값으로 산출한 후, 상기 손실 값이 최소가 되도록 역전파 처리를 수행하는 형태로 기계학습을 수행할 수 있다.
- [0045] 지금까지 설명한 방식에 따라, 모델 생성부(112)는 훈련 데이터 저장부(111)에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들과 그에 대응되는 레이블링 벡터를 기초로 한 기계학습을 반복 수행함으로써, n개의 정점들로 구성되는 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화할 때 사용되는, 정점별 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하기 위한 산출 모델을 생성할 수 있다.
- [0046] 이렇게, 모델 생성부(112)를 통해 상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, n개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출할 것을 요청하는 산출 명령이 전자 장치(110)에 인가되면, 산출부(113)는 상기 산출 모델을 기초로, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n개의 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출한다.
- [0047] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 산출부(113)는 상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, n개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 상기 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 제1 그래픽 모델

을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출할 것을 요청하는 산출 명령이 인가되면, 상기 제1 그래프 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 정점들 각각의, 상기 제1 그래프 모델의 메쉬 구조 상에서의 위치와, 각 정점 간의 연결 관계에 기초하여, 상기 제1 그래프 모델에 대응되는 제1 특징 행렬과 제1 인접 행렬을 생성한 후, 상기 제1 특징 행렬과 상기 제1 인접 행렬을, 상기 GCN(213)과 상기 ResGCN(214) 및 상기 전 연결 계층(215)으로 구성되는 상기 산출 모델에 입력으로 인가함으로써, n 차원의 출력 벡터를 산출하고, 상기 출력 벡터가 산출되면, 상기 출력 벡터를 구성하는 n 개의 성분들 각각을, 상기 제1 그래프 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리에 대한 결과로서 산출할 수 있다.

[0048] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 전자 장치(110)는 세분화 처리부(118)를 더 포함할 수 있다.

[0049] 세분화 처리부(118)는 산출부(113)를 통해, 상기 제1 그래프 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리가 산출되면, 상기 제1 그래프 모델의 메쉬 구조 상에서, n 개의 정점들 각각의 위치를 기준으로, 각 정점에 대해서 산출된 이격 거리에 따른 지점에 신규 정점을 생성한 후, 생성된 신규 정점들 간의 연결을 통해 상기 제1 그래프 모델의 메쉬 구조를 세분화 처리할 수 있다.

[0050] 관련해서, 상기 사용자에게 의해 인가된 상기 제1 그래프 모델의 메쉬 구조가 도 1의 도면부호 10에 도시된 그림과 같다고 하는 경우, 산출부(113)는 상기 산출 모델을 기초로, 상기 제1 그래프 모델을 구성하는 4개의 정점들(11, 12, 13, 14) 각각에 대한 4차원의 출력 벡터를 산출할 수 있다.

[0051] 그리고 나서, 산출부(113)는 4차원의 출력 벡터를 구성하는 4개의 성분들 각각을, 4개의 정점들(11, 12, 13, 14) 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리에 대한 결과로서 산출할 수 있다. 예컨대, 4차원의 출력 벡터에서 첫 번째 성분이 'd'라고 하는 경우, 산출부(113)는 정점 1(11)에 대응되는 타겟 신규 정점의 이격 거리를 'd'로 산출할 수 있다.

[0052] 그 이후, 세분화 처리부(118)는 도 1의 도면부호 20에 도시된 그림과 같이, 4개의 정점들(11, 12, 13, 14) 각각의 위치를 기준으로, 각 정점에 대해서 산출된 이격 거리에 따른 지점에 신규 정점(21, 22, 23, 24, 25, 26)을 생성한 후, 생성된 신규 정점들(21, 22, 23, 24, 25, 26) 간의 연결을 통해 상기 제1 그래프 모델의 메쉬 구조를 세분화 처리할 수 있다.

[0053] 본 발명의 일실시예에 따르면, 전자 장치(110)는, 소정의 인증된 사용자만이, 학습이 완료된 상기 산출 모델을 이용하여 n 개의 정점들로 구성되는 그래프 모델의 메쉬 구조를 세분화할 때 사용되는 정점별 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출할 수 있도록 하기 위한, 사용자 인증과 관련된 구성을 더 포함할 수 있다.

[0054] 이와 관련해서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 산출부(113)는 해시 값 저장부(119), 인증 이벤트 발생부(120), 인증 완료부(121) 및 수행 처리부(122)를 포함할 수 있다.

[0055] 우선, 본 발명에서는 사용자 인증을 수행하기 위해서, 학습이 완료된 상기 산출 모델을 이용할 수 있는 사람으로 사전 지정된 사용자에게, p (p 는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 인증번호가 사전 발급되어 있음을 가정한다.

[0056] 이때, 해시 값 저장부(119)에는, 학습이 완료된 상기 산출 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증용 해시 값이 저장되어 있을 수 있다.

[0057] 여기서, 상기 인증용 해시 값은, 사용자에게 사전 발급된 p 자리수의 상기 제1 인증번호를 구성하는 p 개의 숫자들 각각에 대해 모듈로(modulo)-2 연산이 수행된 연산 결과가, 사전 설정된 해시 함수에 입력으로 인가되어 생성된 해시 값이다.

[0058] 예컨대, 상기 제1 인증번호가 '123'이라고 하는 경우, 상기 인증용 해시 값은, 상기 제1 인증번호를 구성하는 '1', '2', '3' 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 연산 결과인 '101'이 상기 해시 함수에 입력으로 인가되어 생성된 해시 값일 수 있다.

[0059] 인증 이벤트 발생부(120)는 상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, 상기 제1 그래프 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 산출 명령이 인가되면, 상기 산출 모델을 통한 이격 거리 산출을 수행하기 전에, 사용자 인증을 수행하기 위한 인증 이벤트를 발생시킨다.

[0060] 인증 완료부(121)는 상기 인증 이벤트가 발생되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 인증번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에게 의해, 상기 제1 인증번호가 입력되면, 상기 제1 인증번호를 구성하는 p 개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행하였을 때의 연산 결과를, 상기 해시 함수에 입력으로 인가하여 제

1 해시 값을 생성하고, 상기 제1 해시 값이 상기 인증용 해시 값과 일치하는지 확인하여, 양 해시 값이 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리한다.

[0061] 관련해서, 사용자에게 의해, '123'이라고 하는 제1 인증번호가 인가되었다면, 인증 완료부(121)는 상기 제1 인증번호를 구성하는 '1', '2', '3' 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행하여, '101'이라는 연산 결과를 획득한 후, '101'이라는 연산 결과를 상기 함수에 입력으로 인가하여 상기 제1 해시 값을 생성할 수 있다.

[0062] 그리고 나서, 인증 완료부(121)는 상기 제1 해시 값이, 해시 값 저장부(119)에 저장되어 있는 상기 인증용 해시 값과 일치하는지 확인하여, 양 해시 값이 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자에게 의해 입력된 상기 제1 인증번호가 제대로 입력된 것으로 판단하고, 사용자 인증을 완료 처리할 수 있다.

[0063] 수행 처리부(122)는 사용자 인증이 완료 처리되면, 상기 산출 모델을 기초로, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개의 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리에 대한 산출을 수행한다.

[0064] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 도시한 순서도이다.

[0065] 단계(S510)에서는 n (n 은 3이상의 자연수임)개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 복수의 훈련용 그래픽 모델들과, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 사전 지정된 레이블링 벡터(상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대응되는 레이블링 벡터는, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화하였을 때, 각 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 정점들 외에 신규로 생성되어야 하는 신규 정점들의 생성 지점을 표상하는 벡터로서, n 개의 정점들 각각의 위치를 기준으로, 각 정점 대응되는 타겟 신규 정점이 생성되어야 하는 위치와의 이격 거리를 성분으로 갖는 n 차원의 벡터임)가 서로 대응되어 저장되어 있는 훈련 데이터 저장부를 유지한다.

[0066] 단계(S520)에서는 상기 훈련 데이터 저장부에 저장되어 있는 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 중 어느 하나의 훈련용 그래픽 모델을 선정하여, 상기 선정된 훈련용 그래픽 모델과 그에 대응되는 레이블링 벡터를 기초로, n 개의 정점들로 구성되는 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화할 때 사용되는 정점별 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출하는 학습 모델을 생성하기 위한 기계학습 과정을, 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 각각에 대해 반복 수행함으로써, 산출 모델을 생성한다.

[0067] 단계(S530)에서는 상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, n 개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출할 것을 요청하는 산출 명령이 인가되면, 상기 산출 모델을 기초로, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개의 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출한다.

[0068] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S520)에서는 상기 복수의 훈련용 그래픽 모델들 중 어느 하나인 제1 훈련용 그래픽 모델이 선정됨에 따라, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대한 기계학습 과정이 수행되어야 하는 순서가 되는 경우, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 제1 정점들 간의 연결 관계에 기초하여, 인접 행렬을 생성하는 단계, 상기 n 개의 제1 정점들 각각의, 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대한 메쉬 구조 상에서의 위치를 기초로, 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대응되는 특징을 표상하는 임베딩 벡터를 생성하고, 상기 n 개의 제1 정점들 각각에 대한 임베딩 벡터를 행벡터로 갖는 특징 행렬을 생성한 후, 상기 특징 행렬과 상기 인접 행렬을 기초로 GCN의 출력을 산출함으로써, 출력 행렬을 생성하는 단계, 상기 출력 행렬을, 상기 인접 행렬과 함께, ResGCN(상기 ResGCN은, 제1 GCN, ReLU 및 제2 GCN이 순차적으로 연결되어 있는 신경망으로써, 상기 출력 행렬과 상기 인접 행렬이 입력으로 인가되면, 상기 출력 행렬과 상기 인접 행렬을 상기 제1 GCN에 통과시켜 제1 행렬을 산출하고, 상기 제1 행렬을 상기 ReLU에 통과시켜 제2 행렬을 산출한 후, 상기 제2 행렬과 상기 인접 행렬을 상기 제2 GCN에 통과시켜 제3 행렬을 산출한 다음, 상기 출력 행렬과 상기 제3 행렬을 스킵 연결한 결과를 최종 출력으로 산출하도록 사전 구성되어 있음)에 통과시킨 후, 상기 ResGCN의 출력을 전 연결 계층(상기 전 연결 계층은, n 차원의 벡터를 출력으로 산출하도록 사전 구성되어 있음)에 통과시킴으로써, n 차원의 예측 벡터를 산출하는 단계 및 상기 예측 벡터가 산출되면, 상기 예측 벡터와, 상기 훈련 데이터 저장부 상에서 상기 제1 훈련용 그래픽 모델에 대응되어 저장되어 있는 제1 레이블링 벡터 간의 오차가 최소가 되도록 기계학습을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0069] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 기계학습을 수행하는 단계는 상기 예측 벡터가 산출되면, 상기 예측 벡터와 상기 제1 레이블링 벡터 간의 오차를 표상하는 손실 값을 산출하기 위한 사전 지정된 손실 함수를 이용하여, 상기 손실 값을 산출한 후, 상기 손실 값이 최소가 되도록 역전파 처리를 수행할 수 있다.

[0070] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S530)에서는 상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게

의해, n 개의 정점들로 구성되는 메쉬 구조를 갖는 상기 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리를 산출할 것을 요청하는 산출 명령이 인가되면, 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조를 구성하는 n 개의 정점들 각각의, 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조 상에서의 위치와, 각 정점 간의 연결 관계에 기초하여, 상기 제1 그래픽 모델에 대응되는 제1 특징 행렬과 제1 인접 행렬을 생성한 후, 상기 제1 특징 행렬과 상기 제1 인접 행렬을, 상기 GCN과 상기 ResGCN 및 상기 전 연결 계층으로 구성되는 상기 산출 모델에 입력으로 인가함으로써, n 차원의 출력 벡터를 산출하고, 상기 출력 벡터가 산출되면, 상기 출력 벡터를 구성하는 n 개의 성분들 각각을, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리에 대한 결과로서 산출할 수 있다.

[0071] 이때, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 전자 장치의 동작 방법은 단계(S530)을 통해, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리가 산출되면, 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조 상에서, n 개의 정점들 각각의 위치를 기준으로, 각 정점에 대해서 산출된 이격 거리에 따른 지점에 신규 정점을 생성한 후, 생성된 신규 정점들 간의 연결을 통해 상기 제1 그래픽 모델의 메쉬 구조를 세분화 처리하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0072] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S530)에서는 상기 산출 모델을 이용할 수 있는 사용자임을 인증하기 위한, 사전 발급된 인증용 해시 값(상기 인증용 해시 값은, 사용자에게 대해 사전 발급된 p (p 는 2이상의 자연수임)자리수의 제1 인증번호를 구성하는 p 개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산이 수행된 연산 결과, 사전 설정된 해시 함수에 입력으로 인가되어 생성된 해시 값임)이 저장되어 있는 해시 값 저장부를 유지하는 단계, 상기 산출 모델의 생성이 완료된 이후에, 사용자에게 의해, 상기 제1 그래픽 모델이 입력으로 인가되면서, 상기 산출 명령이 인가되면, 상기 산출 모델을 통한 이격 거리 산출을 수행하기 전에, 사용자 인증을 수행하기 위한 인증 이벤트를 발생시키는 단계, 상기 인증 이벤트가 발생되면, 화면 상에, 사용자 인증을 위한 인증번호를 입력할 것을 지시하는 메시지를 표시한 후, 사용자에게 의해, 상기 제1 인증번호가 입력되면, 상기 제1 인증번호를 구성하는 p 개의 숫자들 각각에 대해 모듈로-2 연산을 수행하였을 때의 연산 결과를, 상기 해시 함수에 입력으로 인가하여 제1 해시 값을 생성하고, 상기 제1 해시 값이 상기 인증용 해시 값과 일치하는지 확인하여, 양 해시 값이 서로 일치하는 것으로 확인되면, 사용자 인증을 완료 처리하는 단계 및 사용자 인증이 완료 처리되면, 상기 산출 모델을 기초로, 상기 제1 그래픽 모델을 구성하는 n 개의 정점들 각각에 대한 타겟 신규 정점의 이격 거리에 대한 산출을 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[0073] 이상, 도 5를 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법에 대해 설명하였다. 여기서, 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 도 2를 이용하여 설명한 전자 장치(110)의 동작에 대한 구성과 대응될 수 있으므로, 이에 대한 보다 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0074] 본 발명의 일실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법은 컴퓨터와의 결합을 통해 실행시키기 위한 저장매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.

[0075] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 전자 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.

[0076] 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.

[0077] 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.

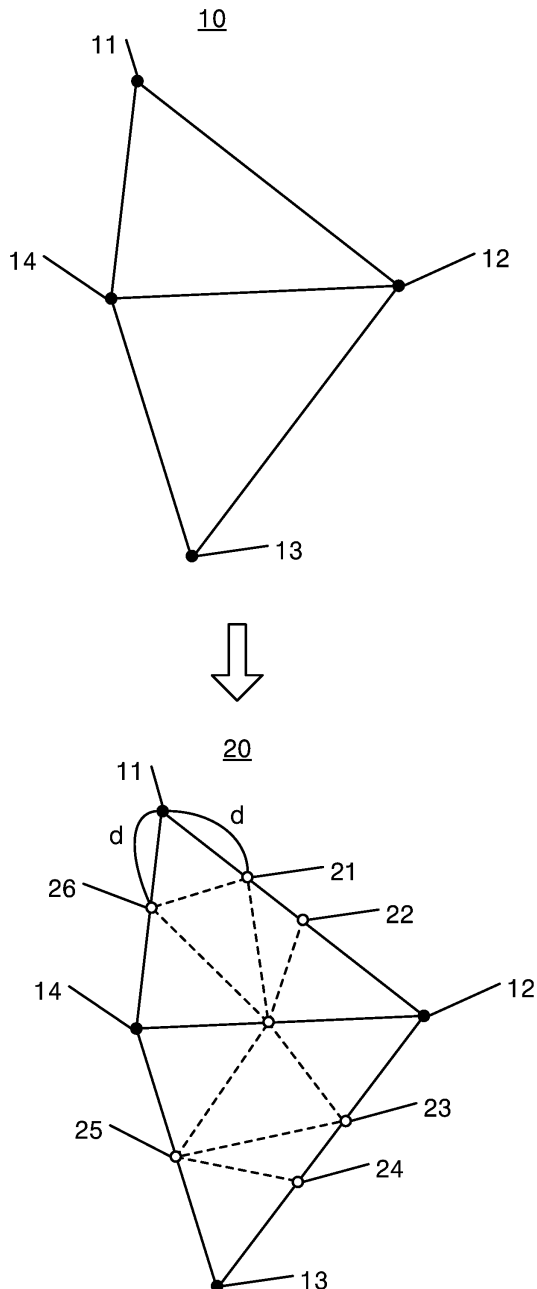
부호의 설명

[0078]

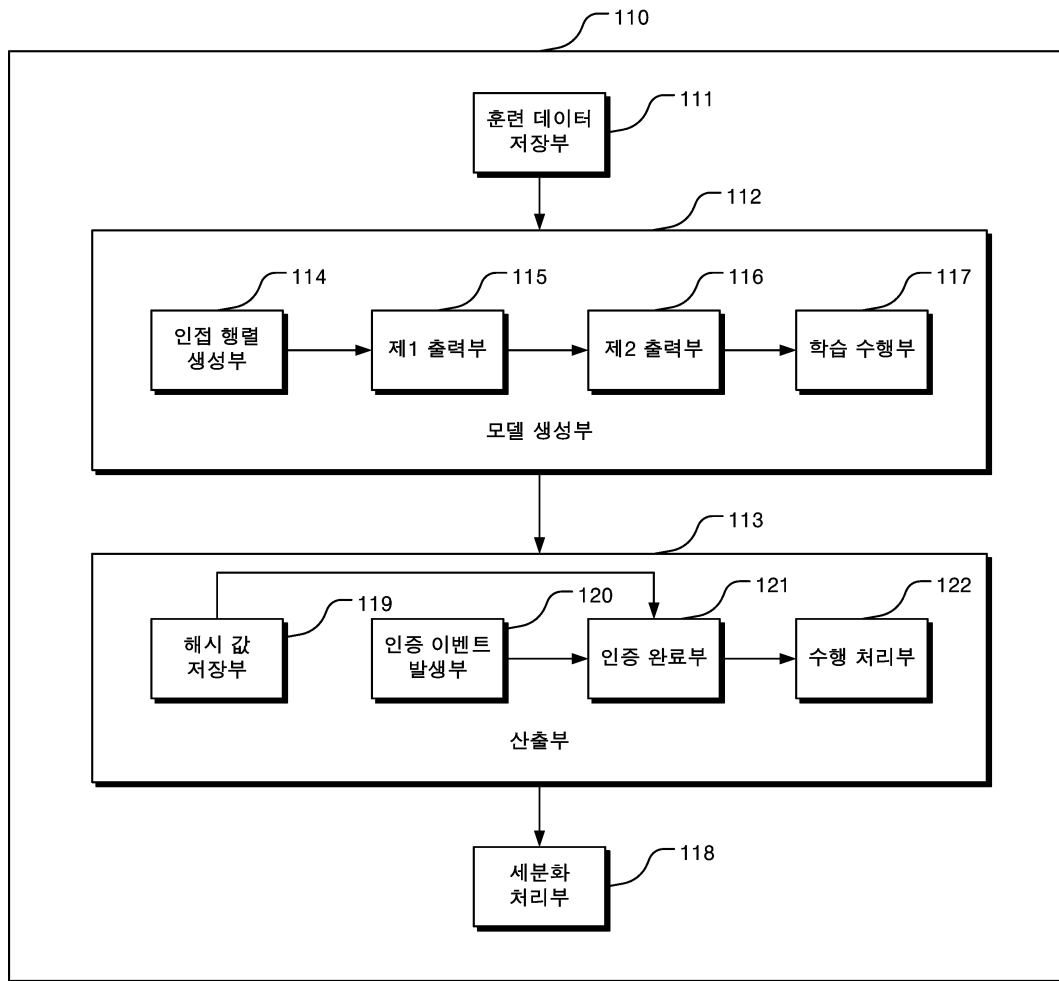
110: 전자 장치
 111: 훈련 데이터 저장부 112: 모델 생성부
 113: 산출부 114: 인접 행렬 생성부
 115: 제1 출력부 116: 제2 출력부
 117: 학습 수행부 118: 세분화 처리부
 119: 해시 값 저장부 120: 인증 이벤트 발생부
 121: 인증 완료부 122: 수행 처리부

도면

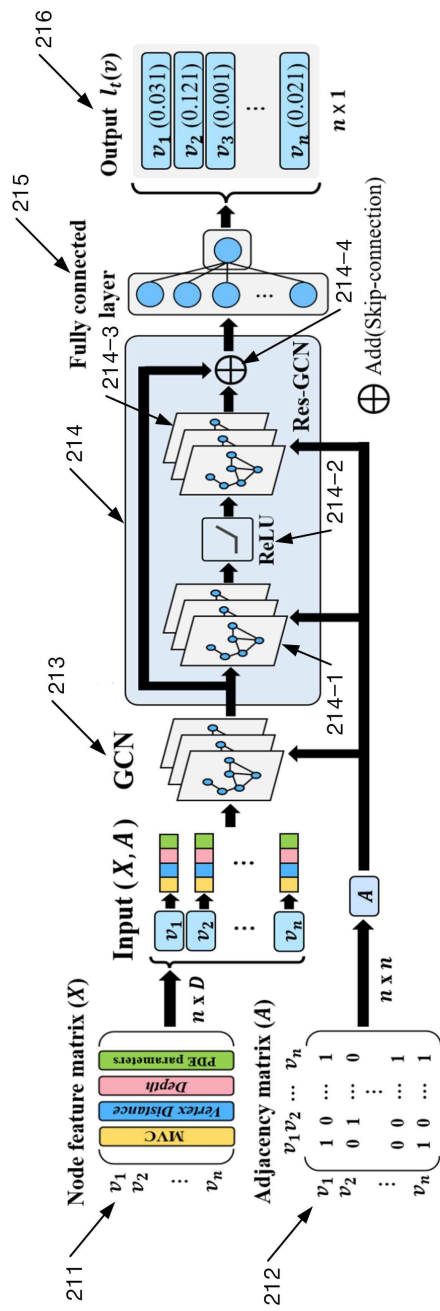
도면1



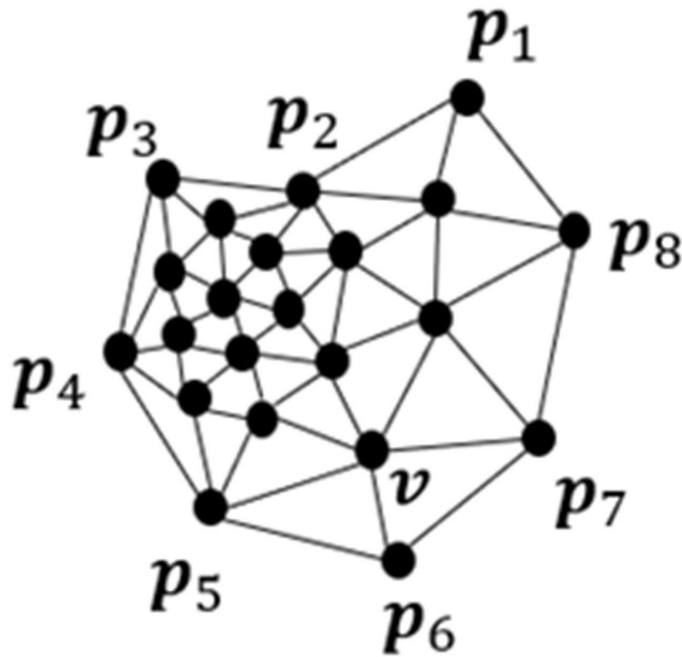
도면2



도면3



도면4



도면5

