(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년12월20일
(11) 등록번호 10-2745178
(24) 등록일자 2024년12월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 3/094 (2023.01) *G06N 3/0475* (2023.01)
(52) CPC특허분류
G06N 3/094 (2023.01)
G06N 3/0475 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2023-0143968
(22) 출원일자 2023년10월25일
심사청구일자 2023년10월25일
(56) 선행기술조사문헌
US20220084204 A1*
US20230053618 A1*
KR1020230092360 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
구영현
서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양AI센터 717호
박향화
서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양AI센터 410호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
수안특허법인, 민영준

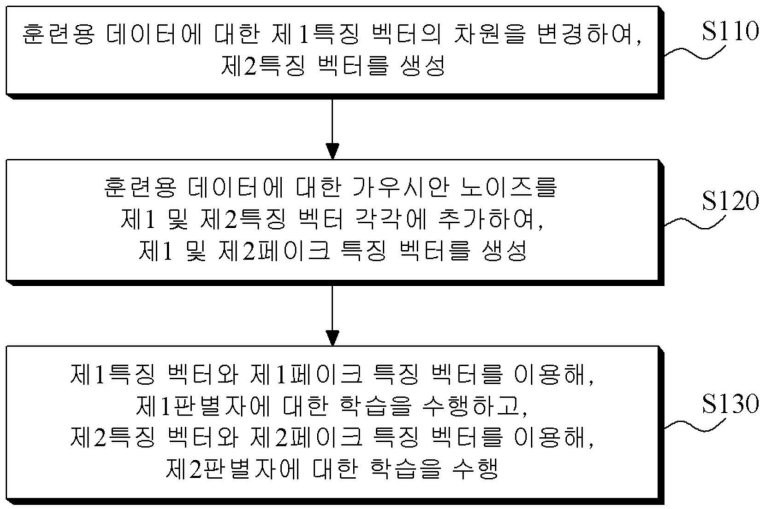
전체 청구항 수 : 총 7 항 심사관 : 신지선

(54) 발명의 명칭 **딥러닝 기반의 이상 탐지 방법**

(57) 요 약

이상 탐지 성능이 향상된, GAN 기반의 이상 탐지 방법이 개시된다. 개시된 딥러닝 기반의 이상 탐지 방법은 타겟 데이터에 대한 제1특징 벡터의 차원을 변경하여, 제2특징 벡터를 생성하는 단계; 상기 제1 및 제2특징 벡터 각각을 미리 학습된 D2GAN 기반의 이상 탐지 모델의 제1 및 제2판별자에 입력하여, 상기 제1특징 벡터에 대한 제1리얼 스코어 및 제1페이크 스코어를 획득하고, 상기 제2특징 벡터에 대한 제2리얼 스코어 및 제2페이크 스코어를 획득하는 단계; 및 상기 제1 및 제2리얼 스코어의 합과, 상기 제1 및 제2페이크 스코어의 합을 비교하여, 상기 타겟 데이터에 대한 이상을 탐지하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

박철호

서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양AI센터 828호

서영욱

서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양AI센터 828호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193275
과제번호	2022-0-00204-002
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	스마트제조혁신기술개발
연구과제명	제조 품질관리를 위한 자율실행학습 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)위세아이텍
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

타겟 데이터에 대한 제1특징 벡터의 차원을 변경하여, 제2특징 벡터를 생성하는 단계;

상기 제1 및 제2특징 벡터 각각을 미리 학습된 D2GAN 기반의 이상 탐지 모델의 제1 및 제2판별자에 입력하여, 상기 제1특징 벡터에 대한 제1리얼 스코어 및 제1페이크 스코어를 획득하고, 상기 제2특징 벡터에 대한 제2리얼 스코어 및 제2페이크 스코어를 획득하는 단계; 및

상기 제1 및 제2리얼 스코어의 합과, 상기 제1 및 제2페이크 스코어의 합을 비교하여, 상기 타겟 데이터에 대한 이상을 탐지하는 단계를 포함하며,

상기 타겟 데이터에 대한 가우시안 노이즈를 상기 제1 및 제2특징 벡터 각각에 추가하고, 상기 가우시안 노이즈가 추가된 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 이용하여, 상기 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계를 더 포함하며,

상기 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계는

상기 제1특징 벡터와 상기 제1페이크 특징 벡터를 이용해, 상기 제1판별자에 대한 학습을 수행하고, 상기 제2특징 벡터와 상기 제2페이크 특징 벡터를 이용해, 상기 제2판별자에 대한 학습을 수행하며,

상기 제1 및 제2특징 벡터에, 동일한 가우시안 노이즈를 추가하여, 상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하며,

상기 제1 및 제2판별자는

상기 동일한 가우시안 노이즈가 추가된 상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터와, 상기 제1 및 제2특징 벡터를 입력받아, 상기 제1리얼 스코어, 제1페이크 스코어, 제2리얼 스코어 및 제2페이크 스코어를 출력하는

딥러닝 기반의 이상 탐지 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계는

에포크(epoch) 별 또는 상기 타겟 데이터 별로 서로 다른 가우시안 노이즈를, 상기 제1 및 제2특징 벡터에 추가하여, 상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하는

딥러닝 기반의 이상 탐지 방법.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계는

상기 타겟 데이터에 대한 복수의 가우시안 노이즈를 포함하는 가우시안 노이즈 사전을 생성하는 단계; 및

상기 제1 및 제2특징 벡터에 추가된 가우시안 노이즈에 대한 인덱스를 기록하는 단계

를 포함하는 딥러닝 기반의 이상 탐지 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 타겟 데이터에 대한 이상을 탐지하는 단계는

상기 제1 및 제2리얼 스코어의 합이 상기 제1 및 제2페이크 스코어의 합보다 큰 경우, 상기 타겟 데이터를 이상 데이터로 결정하는

딥러닝 기반의 이상 탐지 방법.

청구항 8

훈련용 데이터에 대한 제1특징 벡터의 차원을 변경하여, 제2특징 벡터를 생성하는 단계;

상기 제1 및 제2특징 벡터를 이용하여, D2GAN 기반의 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계를 포함하며,

상기 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계는

상기 훈련용 데이터에 대한 가우시안 노이즈를 상기 제1 및 제2특징 벡터 각각에 추가하여, 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하는 단계; 및

상기 제1특징 벡터와 상기 제1페이크 특징 벡터를 이용해, 제1판별자에 대한 학습을 수행하고, 상기 제2특징 벡터와 상기 제2페이크 특징 벡터를 이용해, 제2판별자에 대한 학습을 수행하는 단계를 포함하며,

상기 제1 및 제2판별자에 대한 학습을 수행하는 단계는

상기 제1특징 벡터와 상기 제1페이크 특징 벡터 중 상기 제1특징 벡터가 리얼 데이터로 판별되도록, 상기 제1판별자에 대한 학습을 수행하고,

상기 제2특징 벡터와 상기 제2페이크 특징 벡터 중 상기 제2특징 벡터가 리얼 데이터로 판별되도록, 상기 제2판별자에 대한 학습을 수행하며,

상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하는 단계는

상기 제1 및 제2특징 벡터에 동일한 가우시안 노이즈를 추가하여, 상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하며,

상기 제1 및 제2판별자는

상기 동일한 가우시안 노이즈가 추가된 상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터와, 상기 제1 및 제2특징 벡터를 입력받아, 제1리얼 스코어, 제1페이크 스코어, 제2리얼 스코어 및 제2페이크 스코어를 출력하는

이상 탐지를 위한 학습 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제 8항에 있어서,

상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하는 단계는

에포크(epoch) 별 또는 상기 훈련용 데이터 별로 서로 다른 가우시안 노이즈를, 상기 제1 및 제2특징 벡터에 추가하여, 상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하는

이상 탐지를 위한 학습 방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하는 단계는

상기 훈련용 데이터에 대한 복수의 가우시안 노이즈를 포함하는 가우시안 노이즈 사전을 생성하는 단계; 및

상기 제1 및 제2특징 벡터에 추가된 가우시안 노이즈의 인덱스를 기록하는 단계

를 포함하는 이상 탐지를 위한 학습 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 딥러닝 기반의 이상 탐지 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 GAN 기반의 이상 탐지 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 전통적인 이상탐지 연구에서는, 사전 훈련된 모델을 기반으로 정상 이미지의 특징(local feature)을 추출한 후, 학습 단계에서 딥러닝 모델을 사용해 정상 이미지의 특징 분포를 학습하고, 테스트 단계에서 입력된 이미지의 특징과 정상 이미지의 특징 분포와의 거리를 계산 과정을 거쳐, 입력된 이미지에 대한 정상 또는 이상이 판단된다.

[0004] 그리고 이러한 이상 탐지 분야에서, GAN(Generative Adversarial Nets)이 많이 활용되고 있다. GAN은 정상 데이터만 학습해 잠재적인 정상 특징 공간을 구축하고 이를 기반으로 특징공간이 다른 이상 데이터를 감지하는데 우수한 성능을 보이기 때문이다.

[0005] 하지만, GAN 기반의 이상 탐지 방법에는, 학습 초기에 리얼(real) 데이터와 생성자(generator)가 생성한 페이크(fake) 데이터가 너무 쉽게 구별되어, 판별자(discriminator)의 학습이 수행되지 않는 경사 손실 문제가 발생할 수 있으며, 생성자가 우연히 판별자를 속이는 특정 페이크 데이터를 생성한 경우에 생성자가 특정 페이크 데이터만을 생성하게 되는 모드 붕괴(Mode Collapse) 문제가 발생할 수 있다.

[0006] 따라서, 전술된 문제점을 해결하여, 보다 향상된 이상 탐지 성능을 제공할 수 있는 이상 탐지 방법이 요구되고 있다.

[0007] 관련 선행문헌으로 특허문헌인 대한민국 등록특허 제10-2271740호, 대한민국 공개특허 제2022-0110113호, 제2022-0073652호, 비특허문헌인 "Liu, Z., Zhou, Y., Xu, Y., & Wang, Z. (2023). Simplenet: A simple network for image anomaly detection and localization. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition"가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 GAN 모델 기반의 이상 탐지 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0010] 또한 GAN 모델에서 발생할 수 있는 경사 손실 문제와, 모드 붕괴 문제를 해결할 수 있는 이상 탐지 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0011] 또한 본 발명은 특징 벡터의 차원 변경에 따라 발생할 수 있는 특징 소실과 오버피팅 문제를 해결할 수 있는 이상 탐지 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 타겟 데이터에 대한 제1특징 벡터의 차원을 변경하여, 제2특징 벡터를 생성하는 단계; 상기 제1 및 제2특징 벡터 각각을 미리 학습된 D2GAN 기반의 이상 탐지 모델의 제1 및 제2판별자에 입력하여, 상기 제1특징 벡터에 대한 제1리얼 스코어 및 제1페이크 스코어를 획득하고, 상기 제2특징 벡터에 대한 제2리얼 스코어 및 제2페이크 스코어를 획득하는 단계; 및 상기 제1 및 제2리얼 스코어의 합과, 상기 제1 및 제2페이크 스코어의 합을 비교하여, 상기 타겟 데이터에 대한 이상을 탐지하는 단계를 포함하는 딥러닝 기반의 이상 탐지 방법이 제공된다.

[0014] 또한 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 훈련용 데이터에 대한 제1특징 벡터의 차원을 변경하여, 제2특징 벡터를 생성하는 단계; 상기 제1 및 제2특징 벡터를 이용하여, D2GAN 기반의 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계를 포함하며, 상기 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계는 상기 훈련용 데이터에 대한 가우시안 노이즈를 상기 제1 및 제2특징 벡터 각각에 추가하여, 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하는 단계; 및 상기 제1특징 벡터와 상기 제1페이크 특징 벡터를 이용해, 제1판별자에 대한 학습을 수행하고, 상기 제2특징 벡터와 상기 제2페이크 특징 벡터를 이용해, 제2판별자에 대한 학습을 수행하는 단계를 포함하는 이상 탐지를 위한 학습 방법이 제공된다.

[0015] 또한 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 훈련용 데이터에 대한 특징 벡터에, 상기 훈련용 데이터에 대한 가우시안 노이즈를 추가하여, 페이크 특징 벡터를 생성하는 단계; 및 상기 특징 벡터 및 페이크 특징 벡터를 이용하여, GAN 기반의 기반의 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계를 포함하며, 상기 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계는 상기 특징 벡터와 페이크 특징 벡터 중 상기 특징 벡터가 리얼 데이터로 판별되도록, 판별자에 대한 학습을 수행하는 이상 탐지를 위한 학습 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0017] 본 발명의 일실시예에 따르면, 생성자가 페이크 데이터를 생성하도록 학습하지 않고 노이즈를 특징 벡터에 추가하여 페이크 데이터를 생성함으로써, 경사 손실 문제가 해결될 수 있으며, 생성자의 학습이 생략됨으로써, 전체 학습 과정 시간이 감소할 수 있다.

[0018] 또한 본 발명의 일실시예에 따르면, 학습시마다 새로운 노이즈를 특징 벡터에 추가하여 페이크 데이터를 생성함으로써, 유사한 페이크 데이터가 반복적으로 생성되는 모드 붕괴 문제가 해결될 수 있다.

[0019] 또한 본 발명의 일실시예에 따르면, 입력 데이터의 특징 벡터와, 특징 벡터의 차원이 변경된 벡터를 모두 이상 탐지 모델의 판별자 학습에 이용함으로써, 특징 벡터의 차원 변경에 따라 특징이 손실되고 오버피팅이 발생하는 문제가 해결될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 이상 탐지를 위한 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 이상 탐지 모델을 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 딥러닝 기반의 이상 탐지 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 이상 탐지 모델의 이상 탐지 과정을 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 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 사용하였다.

[0024] 본 발명은 전술된 경사 손실 문제와 모드 붕괴 문제를 해결하기 위한 이상 탐지 방법에 관한 발명으로서, 본 발명은 경사 손실 문제를 해결하기 위해, 입력 데이터에 대한 페이크 데이터를 생성하도록 생성자를 학습하는 대신, 입력 데이터에 노이즈를 추가하여 페이크 데이터를 생성한다. 여기서 추가되는 노이즈는 일실시예로서 입력 데이터로부터 생성된 가우시안 노이즈(gaussian noise)일 수 있다.

[0025] 또한 본 발명은 모드 붕괴 문제를 해결하기 위해, 동일한 노이즈를 반복적으로 이용하여 페이크 데이터를 생성하지 않고, 학습시마다 서로 다른 노이즈를 이용하여 페이크 데이터를 생성한다.

[0026] 본 발명의 일실시예에 따른 이상 탐지 방법 및 이상 탐지를 위한 훈련 방법은 메모리 및 프로세서를 포함하는 컴퓨팅 장치에서 수행된다.

[0027] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0029] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 이상 탐지를 위한 학습 방법을 설명하기 위한 도면이며, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 이상 탐지 모델을 나타내는 도면이다.

[0030] 도 1을 참조하면 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨팅 장치는 훈련용 데이터에 대한 제1특징 벡터의 차원을 변경하여, 제2특징 벡터를 생성(S110)한다.

[0031] 훈련용 데이터는 일실시예로서, 이상 탐지를 위한 이미지 데이터일 수 있으며, 훈련용 데이터에 대한 제1특징 벡터는 ImageNet, MSCOCO 등 범용 데이터 셋을 통해 학습된 특징 벡터 추출 모델로부터 생성될 수 있다. 그리고 훈련용 데이터는 정상 데이터일 수 있다.

[0032] 그리고 컴퓨팅 장치는 제1특징 벡터의 차원을 감소하거나 증가시켜, 제2특징 벡터를 생성할 수 있다. 즉, 제1특징 벡터의 특징 공간과 다른 특징 공간으로 제1특징 벡터를 투영하여, 제2특징 벡터를 생성할 수 있다. 전술된 범용 데이터 셋을 통해 학습된 특징 벡터 추출 모델로부터 제1특징 벡터가 추출될 경우, 훈련용 데이터의 특징 분포에 편차가 있을 수 있는데, 특징 벡터의 차원을 조절함으로써, 이러한 편차가 줄어들 수 있다.

[0033] 다만, 특징 벡터의 차원을 변경할 경우, 훈련용 데이터의 특징이 소실되고, 소실되는 특징으로 인해 학습 과정에서 오버피팅 문제가 발생할 수 있는데, 본 발명의 일실시예는 이러한 문제를 해결하기 위해 D2GAN(Dual Discriminator Generative Adversarial Nets)모델을 이용하여, 제1 및 제2특징 벡터를 모두 학습에 이용한다. 즉, 컴퓨팅 장치는 장치는 제1 및 제2특징를 모두 이용하여, D2GAN 기반의 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행한다.

[0034] 컴퓨팅 장치는 훈련용 데이터에 대한 가우시안 노이즈를 제1 및 제2특징 벡터 각각에 추가하여, 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성(S120)한다. 그리고 제1특징 벡터와 제1페이크 특징 벡터를 이용해, 이상 탐지 모델의 제1판별자에 대한 학습을 수행하고, 제2특징 벡터와 제2페이크 특징 벡터를 이용해, 이상 탐지 모델의 제2판별자에 대한 학습을 수행(S130)한다. 제1 및 제2특징 벡터는 정상 데이터에 대응되며, 제1 및 제2페이크 특징 벡터는 이상 데이터에 대응된다.

[0035] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일실시예에 따른 이상 탐지 모델은 특징 벡터 생성부(210), 생성자(220), 제1판별자(230) 및 제2판별자(240)를 포함한다.

[0036] 특징 벡터 생성부(210)는 제1특징 벡터(Local features)의 차원을 변경하여 제2특징 벡터(Adapted features)를 생성하고, 제1 및 제2특징 벡터는 생성자(220)로 입력된다.

[0037] 그리고 생성자(220)는 훈련용 데이터에 대한 특징 벡터, 즉 정상 데이터로부터 페이크 데이터를 생성한다. 생성자(220)는 일실시예로서, 훈련용 데이터에 대한 가우시안 노이즈의 벡터를 제1 및 제2특징 벡터에 더하여, 제1특징 벡터에 대한 페이크 데이터인 제1페이크 특징 벡터(L_fake)를 생성하고, 제2특징 벡터에 대한 페이크 데이

터인 제2페이크 특징 벡터(A_fake)를 생성할 수 있다. 즉, 생성자(220)는 페이크 특징 벡터를 생성하기 위해 학습되지 않고, 가우시안 노이즈를 이용해 페이트 특징 벡터를 생성하며, 이를 통해 경사 손실 문제가 해결될 수 있다.

[0038] 가우시안 노이즈는 제1 및 제2특징 벡터와 동일한 길이 즉, 엘리먼트의 개수가 동일한 벡터 형태일 수 있으며, 다양한 가우시안 노이즈 생성 툴을 통해 생성될 수 있다. 생성자(220)는 제1 및 제2특징 벡터에 동일한 가우시안 노이즈를 추가하여, 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하되, 모드 붕괴 문제를 해결하기 위해, 에포크(epoch) 별 또는 훈련용 데이터 별로 서로 다른 가우시안 노이즈를 제1 및 제2특징 벡터에 추가하여 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성할 수 있다. 에포크 또는 훈련용 데이터 별로 새로운 가우시안 노이즈가 제1 및 제2특징 벡터에 추가됨으로써, 갱신된 새로운 제1 및 제2페이크 특징 벡터가 학습에 이용될 수 있다.

[0039] 컴퓨팅 장치는 학습시마다 새로운 가우시안 노이즈를 제1 및 제2특징 벡터에 추가하기 위해, 훈련용 데이터에 대한 복수의 가우시안 노이즈를 포함하는 가우시안 노이즈 사전을 생성하고, 제1 및 제2특징 벡터에 추가된 가우시안 노이즈의 인덱스를 기록할 수 있다. 기록된 인덱스의 가우시안 노이즈는, 다음 에포크에서 제1 및 제2특징 벡터에 추가되지 않고, 기록된 인덱스 이외의 인덱스의 가우시안 노이즈 중 하나가 제1 및 제2특징 벡터에 추가될 수 있다.

[0040] 제1판별자(230)는 훈련용 데이터에 대한 특징 벡터와 페이크 데이터를 통해 학습되며, 제1특징 벡터가 리얼 데이터인지 여부를 판별한다. 제1판별자(230)로는 제1특징 벡터와 제1페이크 특징 벡터가 입력되고, 제1특징 벡터와 제1페이크 특징 벡터 중 제1특징 벡터가 리얼 데이터로 판별되도록, 제1판별자(230)에 대한 학습이 수행된다.

[0041] 그리고 제2판별자(240)는 훈련용 데이터에 대한 특징 벡터와 페이크 데이터를 통해 학습되며, 제2특징 벡터가 리얼 데이터인지 여부를 판별한다. 제2판별자(240)로는 제2특징 벡터와 제2페이크 특징 벡터가 입력되고, 제2특징 벡터와 제2페이크 특징 벡터 중 제2특징 벡터가 리얼 데이터로 판별되도록, 제2판별자(240)에 대한 학습이 수행된다. 전술된 바와 같이, 리얼 데이터는 정상 데이터에 대응되며, 페이크 데이터는 이상 데이터에 대응된다.

[0042] 제1 및 제2판별자(230, 240)는 판별 결과를 리얼 스코어(real score)와 페이크 스코어(fake score)로 출력할 수 있다. 특징 벡터가 리얼 데이터로 판별될 경우, 리얼 스코어가 페이크 스코어보다 커지며, 특징 벡터가 페이크 데이터로 판별될 경우, 페이크 스코어가 리얼 스코어보다 커진다. 제1 및 제2판별자(230, 240)로 입력되는 벡터의 라벨링값이 주어지므로, 제1 및 제2판별자(230)가 출력하는 리얼 스코어와 페이크 스코어를 손실 함수에 적용하여, 손실값이 최소가 되도록 제1 및 제2판별자(230, 240)에 대한 학습이 수행될 수 있다.

[0043] 본 발명의 일실시예에 따르면, 생성자가 페이크 데이터를 생성하도록 학습하지 않고 노이즈를 특징 벡터에 추가하여 페이크 데이터를 생성함으로써, 경사 손실 문제가 해결될 수 있으며, 생성자의 학습이 생략됨으로써, 전체 학습 과정 시간이 감소할 수 있다.

[0044] 또한 본 발명의 일실시예에 따르면, 학습시마다 새로운 노이즈를 특징 벡터에 추가하여 페이크 데이터를 생성함으로써, 유사한 페이크 데이터가 반복적으로 생성되는 모드 붕괴 문제가 해결될 수 있다.

[0046] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 이상 탐지를 위한 학습 방법을 설명하기 위한 도면이다.

[0047] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨팅 장치는 훈련용 데이터에 대한 특징 벡터에, 훈련용 데이터에 대한 가우시안 노이즈를 추가하여, 페이크 특징 벡터를 생성(S310)한다. 전술된 바와 같이 컴퓨팅 장치는 가우시안 노이즈 사전을 이용하여, 에포크(epoch) 별 또는 훈련용 데이터 별로 서로 다른 가우시안 노이즈를, 특징 벡터에 추가하여, 페이크 특징 벡터를 생성할 수 있다.

[0048] 그리고 컴퓨팅 장치는 특징 벡터 및 페이크 특징 벡터를 이용하여, GAN 기반의 기반의 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행한다. 즉, 컴퓨팅 장치는 하나의 판별자가 포함된 GAN 기반의 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 특징 벡터와 페이크 특징 벡터 중 특징 벡터가 리얼 데이터로 판별되도록, 판별자에 대한 학습을 수행(S320)할 수 있다.

[0050] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 딥러닝 기반의 이상 탐지 방법을 설명하기 위한 도면이며, 도 5는 이상 탐지 모델의 이상 탐지 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0051] 도 4를 참조하면, 본 발명의 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨팅 장치는 타겟 데이터에 대한 제1특징 벡터의 차

원을 변경하여, 제2특징 벡터를 생성(S410)한다.

[0052] 그리고 컴퓨팅 장치는 제1 및 제2특징 벡터 각각을 미리 학습된 D2GAN 기반의 이상 탐지 모델에 입력하여 획득된, 제1 및 제2특징 벡터에 대한 판별 결과를 이용하여, 타겟 데이터에 대한 이상을 탐지한다. 이상 탐지 모델은 도 2에서 설명된 모델로서, 컴퓨팅 장치는 전술된 바와 같이, 제1특징 벡터와 제1페이크 특징 벡터를 이용해, 제1판별자에 대한 학습을 수행하고, 제2특징 벡터와 제2페이크 특징 벡터를 이용해, 제2판별자에 대한 학습을 수행할 수 있다.

[0053] 보다 구체적으로 컴퓨팅 장치는 제1 및 제2특징 벡터 각각을 미리 학습된 D2GAN 기반의 이상 탐지 모델의 제1 및 제2판별자에 입력하여, 제1특징 벡터에 대한 제1리얼 스코어 및 제1페이크 스코어를 획득하고, 제2특징 벡터에 대한 제2리얼 스코어 및 제2페이크 스코어를 획득(S420)한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 이상 탐지 과정에서는 생성자에 의해 페이크 특징 벡터가 생성되지 않으며, 제1 및 제2특징 벡터가 각각 제1 및 제2판별자(230, 240)로 입력된다. 전술된 바와 같이, 제1 및 제2특징 벡터가 리얼 데이터, 즉 정상 데이터로 판별될 경우, 리얼 스코어(Real Score)가 페이크 스코어(Fake Score)보다 커지며, 제1 및 제2특징 벡터가 페이크 데이터, 즉 이상 데이터로 판별될 경우, 리얼 스코어가 페이크 스코어보다 작아진다.

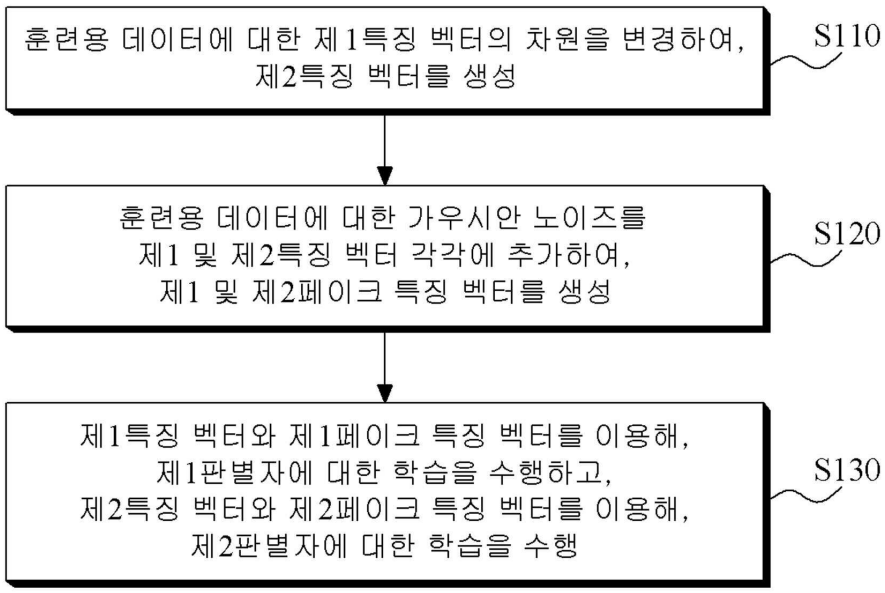
[0054] 다시 도 3으로 돌아가, 컴퓨팅 장치는 제1 및 제2리얼 스코어의 합과, 제1 및 제2페이크 스코어의 합을 비교하여, 타겟 데이터에 대한 이상을 탐지(S330)한다. 컴퓨팅 장치는 일실시예로서, 제1 및 제2리얼 스코어의 합이 제1 및 제2페이크 스코어의 합보다 큰 경우, 타겟 데이터를 이상 데이터로 결정할 수 있다. 반대로 제1 및 제2리얼 스코어의 합이 제1 및 제2페이크 스코어의 합 이하인 경우, 타겟 데이터를 정상 데이터로 결정할 수 있다.

[0056] 앞서 설명한 기술적 내용들은 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 실시예들을 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. 하드웨어 장치는 실시예들의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

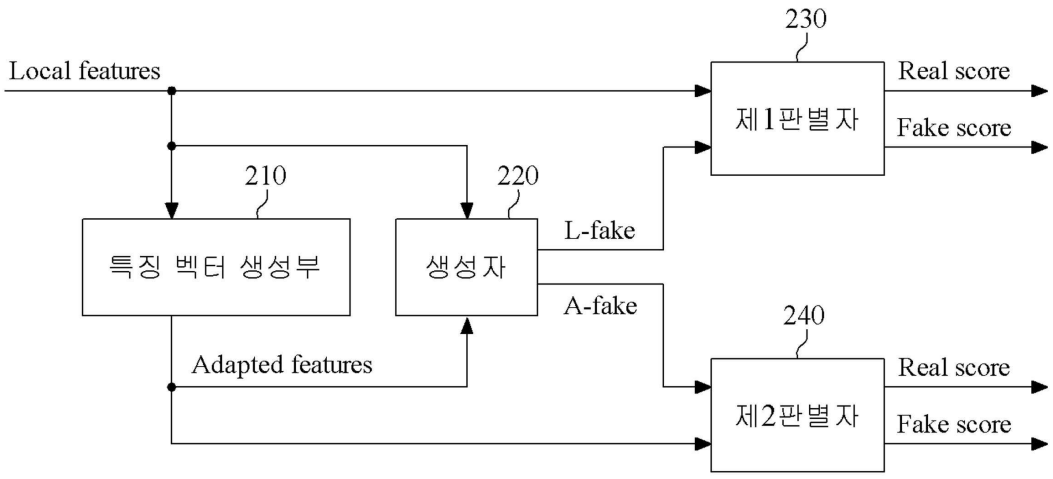
[0058] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

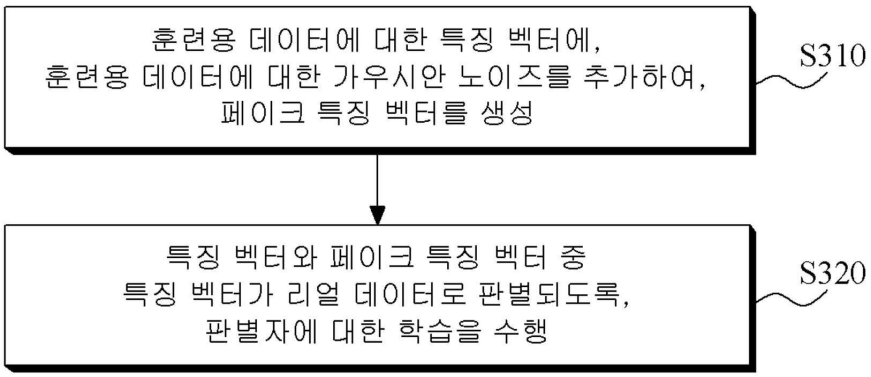
도면1


훈련용 데이터에 대한 제1특징 벡터의 차원을 변경하여, 제2특징 벡터를 생성
S110
훈련용 데이터에 대한 가우시안 노이즈를 제1 및 제2특징 벡터 각각에 추가하여, 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성
S120
제1특징 벡터와 제1페이크 특징 벡터를 이용해, 제1판별자에 대한 학습을 수행하고, 제2특징 벡터와 제2페이크 특징 벡터를 이용해, 제2판별자에 대한 학습을 수행
S130

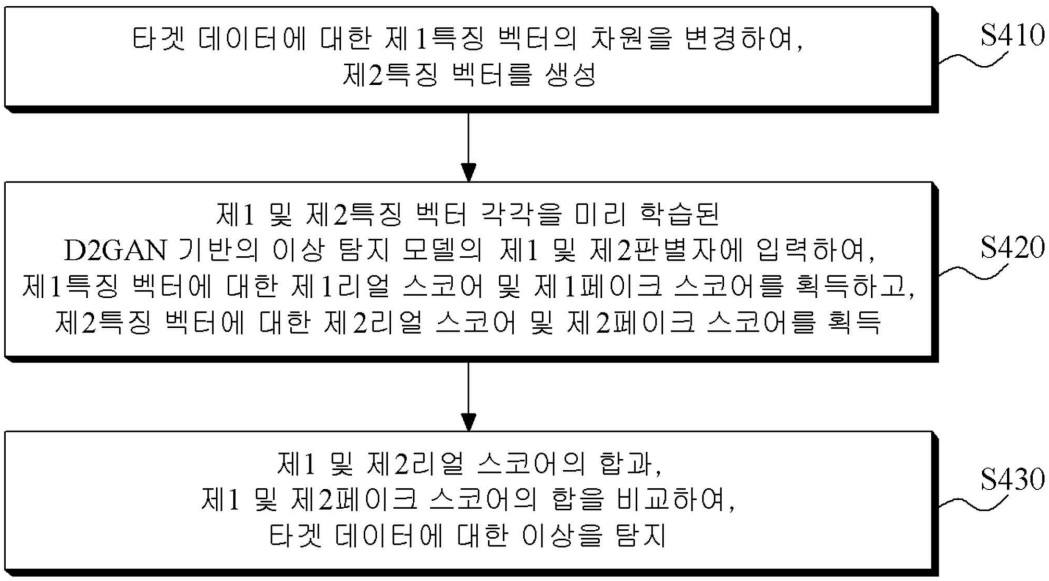
도면2


Local features
230
제1판별자
Real score
Fake score
210
특징 벡터 생성부
220
생성자
L-fake
A-fake
240
제2판별자
Real score
Fake score
Adapted features

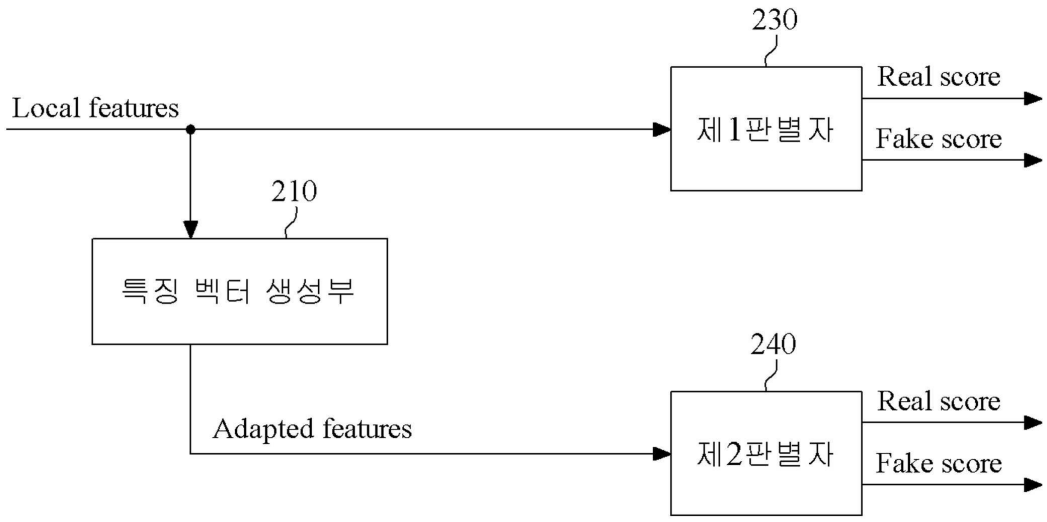
도면3



도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 8

【변경전】

훈련용 데이터에 대한 제1특징 벡터의 차원을 변경하여, 제2특징 벡터를 생성하는 단계;

상기 제1 및 제2특징 벡터를 이용하여, D2GAN 기반의 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계를 포함하며,

상기 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계는

상기 훈련용 데이터에 대한 가우시안 노이즈를 상기 제1 및 제2특징 벡터 각각에 추가하여, 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하는 단계; 및

상기 제1특징 벡터와 상기 제1페이크 특징 벡터를 이용해, 제1판별자에 대한 학습을 수행하고, 상기 제2특징 벡터와 상기 제2페이크 특징 벡터를 이용해, 제2판별자에 대한 학습을 수행하는 단계를 포함하며,

상기 제1 및 제2판별자에 대한 학습을 수행하는 단계는

상기 제1특징 벡터와 상기 제1페이크 특징 벡터 중 상기 제1특징 벡터가 리얼 데이터로 판별되도록, 상기 제1판별자에 대한 학습을 수행하고,

상기 제2특징 벡터와 상기 제2페이크 특징 벡터 중 상기 제2특징 벡터가 리얼 데이터로 판별되도록, 상기 제2판별자에 대한 학습을 수행하며,

상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하는 단계는

상기 제1 및 제2특징 벡터에 동일한 가우시안 노이즈를 추가하여, 상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하며,

상기 제1 및 제2판별자는

상기 동일한 가우시안 노이즈가 추가된 상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터와, 상기 제1 및 제2특징 벡터를 입력받아, 상기 제1리얼 스코어, 제1페이크 스코어, 제2리얼 스코어 및 제2페이크 스코어를 출력하는

이상 탐지를 위한 학습 방법.

【변경후】

훈련용 데이터에 대한 제1특징 벡터의 차원을 변경하여, 제2특징 벡터를 생성하는 단계;

상기 제1 및 제2특징 벡터를 이용하여, D2GAN 기반의 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계를 포함하며,

상기 이상 탐지 모델에 대한 학습을 수행하는 단계는

상기 훈련용 데이터에 대한 가우시안 노이즈를 상기 제1 및 제2특징 벡터 각각에 추가하여, 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하는 단계; 및

상기 제1특징 벡터와 상기 제1페이크 특징 벡터를 이용해, 제1판별자에 대한 학습을 수행하고, 상기 제2특징 벡터와 상기 제2페이크 특징 벡터를 이용해, 제2판별자에 대한 학습을 수행하는 단계를 포함하며,

상기 제1 및 제2판별자에 대한 학습을 수행하는 단계는

상기 제1특징 벡터와 상기 제1페이크 특징 벡터 중 상기 제1특징 벡터가 리얼 데이터로 판별되도록, 상기 제1판별자에 대한 학습을 수행하고,

상기 제2특징 벡터와 상기 제2페이크 특징 벡터 중 상기 제2특징 벡터가 리얼 데이터로 판별되도록, 상기 제2판별자에 대한 학습을 수행하며,

상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하는 단계는

상기 제1 및 제2특징 벡터에 동일한 가우시안 노이즈를 추가하여, 상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터를 생성하며,

상기 제1 및 제2판별자는

상기 동일한 가우시안 노이즈가 추가된 상기 제1 및 제2페이크 특징 벡터와, 상기 제1 및 제2특징 벡터를 입력받아, 제1리얼 스코어, 제1페이크 스코어, 제2리얼 스코어 및 제2페이크 스코어를 출력하는

이상 탐지를 위한 학습 방법.