



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0163668
(43) 공개일자 2023년12월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 20/00 (2019.01) G06N 3/08 (2023.01)
G06T 7/11 (2017.01) G06T 7/246 (2017.01)
G06T 7/292 (2017.01) G06V 20/52 (2022.01)

(52) CPC특허분류
G06N 20/00 (2021.08)
G06N 3/08 (2023.01)

(21) 출원번호 10-2022-0063245
(22) 출원일자 2022년05월24일
심사청구일자 2022년05월24일

(71) 출원인
주식회사 카이
경기도 용인시 수지구 신봉2로 72, 218동503호(신봉동, 신봉마을자이2차아파트)

(72) 발명자
김상백
경기도 용인시 수지구 신봉2로 72, 218동 503호(신봉동, 신봉마을자이2차아파트)

(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

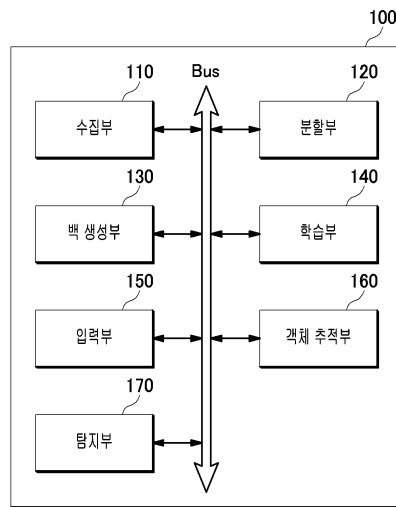
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 비디오 데이터로부터 이상치를 탐지하는 장치

(57) 요약

이상치를 탐지하는 장치는 정상 비디오 데이터 및 비정상 비디오 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집하는 수집부, 상기 학습 데이터를 복수의 세그먼트로 분할하는 분할부, 상기 복수의 세그먼트 중 상기 정상 비디오 데이터에 해당하는 제 1 세그먼트를 포함하는 포지티브 백(Positive bag)을 생성하고, 상기 복수의 세그먼트 중 상기 비정상 비디오 데이터에 해당하는 제 2 세그먼트를 포함하는 네거티브 백(Negative bag)을 생성하는 백 생성부, 상기 포지티브 백 및 상기 네거티브 백에 포함된 적어도 하나의 인스턴스에 대한 손실 함수에 기초하여 이상 탐지 모델을 학습시키는 학습부, 입력 데이터를 입력받는 입력부 및 상기 이상 탐지 모델을 이용하여 상기 입력 데이터에 포함된 이상치를 탐지하는 탐지부를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06T 7/11 (2017.01)

G06T 7/246 (2017.01)

G06T 7/292 (2017.01)

G06V 20/52 (2023.08)

G06T 2207/20081 (2013.01)

G06T 2207/20084 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

이상치를 탐지하는 장치에 있어서,

정상 비디오 데이터 및 비정상 비디오 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집하는 수집부;

상기 학습 데이터를 복수의 세그먼트로 분할하는 분할부;

상기 복수의 세그먼트 중 상기 정상 비디오 데이터에 해당하는 제 1 세그먼트를 포함하는 포지티브 백(Positive bag)을 생성하고, 상기 복수의 세그먼트 중 상기 비정상 비디오 데이터에 해당하는 제 2 세그먼트를 포함하는 네거티브 백(Negative bag)을 생성하는 백 생성부;

상기 포지티브 백 및 상기 네거티브 백에 포함된 적어도 하나의 인스턴스에 대한 손실 함수에 기초하여 이상 탐지 모델을 학습시키는 학습부;

입력 데이터를 입력받는 입력부; 및

상기 이상 탐지 모델을 이용하여 상기 입력 데이터에 포함된 이상치를 탐지하는 탐지부

를 포함하는, 이상치 탐지 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 포지티브 백은 상기 제 1 세그먼트에 기초하여 정의된 인스턴스(instance)를 포함하고,

상기 네거티브 백은 상기 제 2 세그먼트에 기초하여 정의된 인스턴스를 포함하는 것인, 이상치 탐지 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 학습부는 상기 포지티브 백 및 상기 네거티브 백을 상기 이상 탐지 모델에 입력하고, 상기 이상 탐지 모델을 통해 상기 포지티브 백 및 상기 네거티브 백 각각에 대한 인스턴스에 기초하여 상기 학습 데이터에 대한 상황과 관련된 이벤트 카테고리를 정상 이벤트 또는 비정상 이벤트 중 어느 하나로 분류되도록 학습시키는 것인, 이상치 탐지 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 손실 함수는 정규화 파라미터(regularization parameter), 학습 가중치, 상기 학습 데이터의 수, 바이어스(bias) 계수, 특정 세그먼트에 대한 레이블(label) 및 증거율(witness rate) 중 적어도 하나에 기초하여 도출되는 것인, 비정상 상황 탐지 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 입력 데이터에 포함된 복수의 프레임 각각으로부터 객체를 추적하는 객체 추적부를 더 포함하고,

상기 탐지부는 상기 이상 탐지 모델을 통해 상기 입력 데이터에 대한 상황과 관련된 이벤트 카테고리에 기초하여 상기 객체의 상황과 관련된 이상치를 탐지하는 것인, 이상치 탐지 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이상치를 탐지하는 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] CCTV(Closed Circuit Television)란 특정 수신자를 대상으로 화상을 전송하는 텔레비전을 의미하며, 산업용, 교 육용, 의료용, 교통 관제용 감시, 방재용 및 사내의 화상정보 전달용 등과 같이 다양한 용도로 사용되고 있다.

[0003] CCTV는 단순히 특정 장소를 촬영하는 녹화 기능뿐만 아니라, 범죄 예방 방지를 위한 감시, 제품의 불량품 검사, 설비의 고장 탐지 등과 같이 이상 상황을 인지하기 위해서도 이용되고 있다.

[0004] 이러한 CCTV를 이용하여 이상 상황을 인지하는 기술과 관련하여, 선행기술인 한국등록특허 제10-1378856호는 안 전 관리 방법 및 그 장치를 개시하고 있다.

[0005] 종래의 CCTV를 이용하여 범죄 예방 방지를 위한 감시, 제품의 불량품 검사, 설비의 고장 탐지 등과 같은 이상 상황을 인지하기 위해서는 관리자가 CCTV 촬영 영상을 지속적으로 모니터링해야 함에 따라, 관리자의 시간 및 노동력이 많이 요구되었다. 또한, 관리자는 이상 상황을 인지하기 위해 연속적인 집중이 요구되나, 장시간 감 시로 인해 집중력 저하가 발생됨에 따라 이상 상황을 즉시 인지하지 못하는 경우가 발생되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 정상 비디오 데이터 및 비정상 비디오 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집하고, 학습 데이터를 복수의 세그먼트로 분할하여, 복수의 세그먼트 중 정상 비디오 데이터에 해당하는 제 1 세그먼트를 포함하는 포지티브 백을 생성하고, 복수의 세그먼트 중 비정상 비디오 데이터에 해당하는 제 2 세그먼트를 포함하는 네거티브 백을 생성 하는 이상치 탐지 장치를 제공하고자 한다.

[0007] 포지티브 백 및 네거티브 백에 포함된 적어도 하나의 인스턴스에 대한 손실 함수에 기초하여 이상 탐지 모델을 학습시키는 이상치 탐지 장치를 제공하고자 한다.

[0008] 입력 데이터를 입력받고, 이상 탐지 모델을 이용하여 입력 데이터에 포함된 이상치를 탐지하는 이상치 탐지 장치를 제공하고자 한다.

[0009] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 수단으로서, 본 발명의 일 실시예는, 정상 비디오 데이터 및 비정상 비디 오 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집하는 수집부, 상기 학습 데이터를 복수의 세그먼트로 분할하는 분할부, 상기 복수의 세그먼트 중 상기 정상 비디오 데이터에 해당하는 제 1 세그먼트를 포함하는 포지티브 백 (Positive bag)을 생성하고, 상기 복수의 세그먼트 중 상기 비정상 비디오 데이터에 해당하는 제 2 세그먼트를 포함하는 네거티브 백(Negative bag)을 생성하는 백 생성부, 상기 포지티브 백 및 상기 네거티브 백에 포함된 적어도 하나의 인스턴스에 대한 손실 함수에 기초하여 이상 탐지 모델을 학습시키는 학습부, 입력 데이터를 입 력받는 입력부 및 상기 이상 탐지 모델을 이용하여 상기 입력 데이터에 포함된 이상치를 탐지하는 탐지부를 포 함하는 이상치 탐지 장치를 제공할 수 있다.

- [0011] 일 실시예에 따르면, 상기 포지티브 백은 상기 제 1 세그먼트에 기초하여 정의된 인스턴스(instance)를 포함하고, 상기 네거티브 백은 상기 제 2 세그먼트에 기초하여 정의된 인스턴스를 포함할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 따르면, 상기 학습부는 상기 포지티브 백 및 상기 네거티브 백을 상기 이상 탐지 모델에 입력하고, 상기 이상 탐지 모델을 통해 상기 포지티브 백 및 상기 네거티브 백 각각에 대한 인스턴스에 기초하여 상기 학습 데이터에 대한 상황과 관련된 이벤트 카테고리를 정상 이벤트 또는 비정상 이벤트 중 어느 하나로 분류되도록 학습시키는 이상치 탐지 장치를 제공할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 따르면, 상기 손실 함수는 정규화 파라미터(regularization parameter), 학습 가중치, 상기 학습 데이터의 수, 바이어스(bias) 계수, 특정 세그먼트에 대한 레이블(label) 및 증거율(witness rate) 중 적어도 하나에 기초하여 도출될 수 있다.
- [0014] 일 실시예에 따르면, 상기 입력 데이터에 포함된 복수의 프레임 각각으로부터 객체를 추적하는 객체 추적부를 더 포함하고, 상기 탐지부는 상기 이상 탐지 모델을 통해 상기 입력 데이터에 대한 상황과 관련된 이벤트 카테고리에 기초하여 상기 객체의 상황과 관련된 이상치를 탐지하는 이상치 탐지 장치를 제공할 수 있다.
- [0015] 상술한 과제 해결 수단은 단지 예시적인 것으로서, 본 발명을 제한하려는 의도로 해석되지 않아야 한다. 상술한 예시적인 실시예 외에도, 도면 및 발명의 상세한 설명에 기재된 추가적인 실시예가 존재할 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 복수의 세그먼트 중 정상 비디오 데이터에 해당하는 제 1 세그먼트를 포함하는 포지티브 백 및 비정상 비디오 데이터에 해당하는 제 2 세그먼트를 포함하는 네거티브 백을 생성하고, 포지티브 백 및 네거티브 백에 포함된 적어도 하나의 인스턴스에 대해 손실 함수에 기초하여 이상 탐지 모델을 학습시키는 이상치 탐지 장치를 제공할 수 있다.
- [0017] 종래에는 이상 상황이 정의된 학습 데이터를 이용하여 정상 상황과 이상 상황을 탐지함에 따라 기존 상황과 관련된 이벤트 외에 신규 상황과 관련된 이벤트가 추가되는 경우, 학습 모델에 대한 추가 학습이 요구되었으나, 본 발명은 이상 상황을 미리 정의하지 않아도, 이상 탐지 모델을 통해 포지티브 백 및 네거티브 백에 기초하여 상황과 관련된 이벤트 카테고리가 정상 이벤트 또는 비정상 이벤트 중 어느 하나로 분류되도록 학습됨으로써, 입력 데이터에 포함된 이상치를 탐지할 수 있도록 하는 이상치 탐지 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이상치 탐지 장치의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 데이터로부터 포지티브 백 및 네거티브 백을 생성하는 과정을 설명하기 위한 예시적인 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이상 탐지 모델을 도시한 예시적인 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 이상 탐지 알고리즘을 도시한 예시적인 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 이상치 탐지 장치에서 수행되는 이상치를 탐지하는 방법의 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0020] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0021] 본 명세서에 있어서 '부(部)'란, 하드웨어에 의해 실현되는 유닛(unit), 소프트웨어에 의해 실현되는 유닛, 양방을 이용하여 실현되는 유닛을 포함한다. 또한, 1 개의 유닛이 2 개 이상의 하드웨어를 이용하여 실현되어도 되고, 2 개 이상의 유닛이 1 개의 하드웨어에 의해 실현되어도 된다.
- [0022] 본 명세서에 있어서 단말 또는 디바이스가 수행하는 것으로 기술된 동작이나 기능 중 일부는 해당 단말 또는 디바이스와 연결된 서버에서 대신 수행될 수도 있다. 이와 마찬가지로, 서버가 수행하는 것으로 기술된 동작이나 기능 중 일부도 해당 서버와 연결된 단말 또는 디바이스에서 수행될 수도 있다.
- [0023] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 이상치 탐지 장치의 구성도이다. 도 1을 참조하면, 이상치 탐지 장치(100)는 수집부(110), 분할부(120), 백 생성부(130), 학습부(140), 입력부(150), 객체 추적부(160) 및 탐지부(170)를 포함할 수 있다. 여기서, 이상치 탐지 장치(100)는 학습 데이터를 수집하여 복수의 세그먼트로 분할하고, 복수의 세그먼트 중 정상 비디오 데이터에 해당하는 제 1 세그먼트를 포함하는 포지티브 백(Positive Bag) 및 비정상 비디오 데이터에 해당하는 제 2 세그먼트를 포함하는 네거티브 백(Negative Bag)을 각각 생성하고, 포지티브 백 및 네거티브 백에 포함된 적어도 인스턴스에 대한 손실 함수에 기초하여 이상 탐지 모델을 학습시킴으로써, 입력 데이터가 입력된 경우, 이상 탐지 모델을 이용하여 입력 데이터에 포함된 이상치를 탐지할 수 있다.
- [0025] 수집부(110)는 정상 비디오 데이터 및 비정상 비디오 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집할 수 있다. 학습 데이터는 예를 들어, CCTV 카메라에 의해 특정 구역, 장치 및 제품을 감시하기 위해 촬영된 비디오 데이터를 포함할 수 있다. 여기서, 정상 비디오 데이터는 CCTV 카메라에 의해 촬영된 정상적인 상황에 대한 비디오 데이터를 포함하며, 비정상 비디오 데이터는 예를 들어, 특정 구역에서 발생한 화재, 침입, 교통 사고, 절도 등, 제품의 불량품, 설비의 고장 등과 같이 정상적인 상황과 달리 사고, 오류 등이 발생할 가능성이 높은 이상 상황에 대한 비디오 데이터를 포함할 수 있다.
- [0026] 이러한 학습 데이터는 일반적으로 비디오 데이터일 수 있으나, 비디오 데이터 외에 음성 및 소리와 같은 음성 데이터로부터 시간에 따른 파형 형태의 시각 데이터로 변환된 적어도 하나의 프레임으로 구성된 비디오 데이터를 포함할 수도 있다.
- [0027] 분할부(120)는 학습 데이터를 복수의 세그먼트로 분할할 수 있다. 여기서, 세그먼트는 짧고 연속된 프레임들의 모임을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 분할부(120)는 정상 비디오 데이터에 대해 소정 수(예를 들어, 32개)의 제 1 세그먼트로 분할하고, 비정상 비디오 데이터에 대해 소정 수(예를 들어, 32개)의 제 2 세그먼트로 분할할 수 있다.
- [0028] 백 생성부(130)는 복수의 세그먼트를 이용하여 정상 비디오 데이터에 해당하는 포지티브 백 및 비정상 비디오 데이터에 해당하는 네거티브 백을 생성할 수 있다. 예를 들어, 백 생성부(130)는 제 1 세그먼트를 이용하여 정상 비디오 데이터에 해당하는 포지티브 백을 생성하고, 제 2 세그먼트를 이용하여 비정상 비디오 데이터에 해당하는 네거티브 백을 생성할 수 있다. 여기서, 제 1 세그먼트 및 제 2 세그먼트는 각 백에 대한 인스턴스를 나타내며, 인스턴스란 하나의 클래스에서 생성된 객체를 의미한다. 예를 들어, 제 1 세그먼트는 포지티브 백에 대한 인스턴스(instance)를 나타내고, 제 2 세그먼트는 네거티브 백에 대한 인스턴스를 나타낼 수 있다.
- [0029] 학습부(140)는 포지티브 백 및 네거티브 백에 포함된 적어도 하나의 인스턴스에 대한 손실 함수에 기초하여 이상 탐지 모델을 학습시킬 수 있다. 여기서, 손실 함수는 예를 들어, 정규화 파라미터(regularization parameter), 학습 가중치, 학습 데이터의 수, 바이어스(bias) 계수, 특정 세그먼트에 대한 레이블(label) 및 증거율(witness rate) 등에 기초하여 도출될 수 있다. 손실 함수가 도출되는 과정에 대해서는 다음의 수학적 식 1을 통해 설명하도록 한다.

수학적 식 1

$$L = \frac{\lambda}{2} \|w\|^2 + \frac{1}{N} \sum_{i:y^i=-1} \sum_{j=1}^{M_i} (1 + w^T x_j^i + b)^+ + \frac{1}{N} \sum_{i:y^i=1} (\epsilon - \hat{\rho}_i)^+$$

[0030]

[0032] 수학적 식 1을 참조하면, ' λ '는 정규화 파라미터를 나타내고, ' w '는 학습해야 할 학습 가중치로 모형 파라미터를 나타내고, ' b '는 바이어스(bias) 계수를 나타낼 수 있다. $X_i = \{x_1^i, x_2^i, \dots, x_{M_i}^i\}$ 는 i 번째 백(bag, 비디오 데이터)을 나타내고, x_j^i 는 i 번째 비디오 데이터의 j 번째 세그먼트(인스턴스)를 나타내며, $M_i = 32$ 가 설정됨에 따라, 비디오 데이터 X_i 는 M_i 개의 세그먼트인 x_j^i 들로 구분되어 백으로 생성될 수 있다. 또한, N 은 학습 데이터의 수를 나타내고, y^i 는 i 번째 비디오 데이터의 레이블을 나타내며, $y^i = 1$ 인 경우, 비정상 이벤트를 포함하는 비디오 데이터를 나타내고, $y^i = -1$ 인 경우, 정상 이벤트를 포함하는 비디오 데이터를 나타낼 수 있다.

[0033] 또한, $(x)^+ = \max\{0, x\}$ 를 나타내며, 괄호에 포함된 ϵ 는 다음의 수학적 식 2을 통해 도출되고, 증거율(witness rate)을 나타내는 척도인 $\hat{\rho}_i$ 는 다음의 수학적 식 3을 통해 도출될 수 있다.

수학적 식 2

$$\epsilon = \frac{0.76}{\max_{i:y^i=1} M_i}$$

[0034]

[0036] 수학적 식 2를 참조하면, ϵ 는 포지티브 백에 대한 증거율의 최소값을 의미할 수 있다.

수학적 식 3

$$\hat{\rho}_i = \frac{1}{M_i} \sum_{j=1}^{M_i} \mathbb{1}_{\{z_j^i \geq 0.76\}} z_j^i$$

[0037]

[0038] 수학적 식 3을 참조하면, $\hat{\rho}_i$ 는 MIL 폴링 함수로 동작하며, $\mathbb{1}_A$ 는 집합 A 의 표시함수(indicator function)로, 사건 A 가 발생되면 1의 값을 가지고, 사건 A 가 발생되지 않으면, 0의 값을 가지는 특징을 갖는다. 여기서, $z_j^i = \tanh(w^T x_j^i + b)$ 일 수 있다. 여기서, 포지티브 백의 증거율을 추정하기 위한 \tanh 을 통해 포지티브 백의 미정의된 정수 레이블의 인스턴스가 실수인 -1과 1사이로 완화되도록 할 수 있다.

[0039] 이러한 이상 탐지 모델은 포지티브 백 간의 최소 증거율이 최대화되도록 설계될 수 있다.

[0040] 학습부(140)는 수학적 식 1로부터 이상 탐지 모델의 목적 함수를 다음의 수학적 식 4와 같이 도출할 수 있다.

수학적 식 4

$$\min_{w,b} \frac{\lambda}{2} \|w\|^2 + \frac{1}{N} \sum_{i:y^i=-1} \sum_{j=1}^{M_i} (1 + w^T x_j^i + b)^+ + \frac{1}{N} \sum_{i:y^i=1} (\epsilon - \hat{\rho}_i)^+$$

[0041]

[0043] 수학적 식 4를 참조하면, 이상 탐지 모델의 목적 함수는 수학적 식 1의 정규화 손실(첫번째 항, regularization loss) 및 데이터 손실(두번째 및 세번째 항, data loss)에 해당하는 적어도 하나의 인스턴스에 대한 손실 함수에 기초하여 도출될 수 있다. 여기서, 두번째 항은 네거티브 백에 대한 힌지 손실(hinge loss)을 나타내고, 세번째 항은 힌지 손실이 포지티브 백에 대한 증거율 제약 조건인 $\hat{\rho}_i \geq \epsilon$ 을 보장하기 위한 식을 나타낼 수 있다.

[0044] 이하에서는 도 2 및 도 3을 통해 포지티브 백 및 네거티브 백을 이용하여 이상 탐지 모델을 학습시키는 과정에

대해 설명하도록 한다.

- [0045] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 학습 데이터로부터 포지티브 백 및 네거티브 백을 생성하는 과정을 설명하기 위한 예시적인 도면이다.
- [0046] 도 2를 참조하면, 백 생성부(130)는 복수의 세그먼트 중 정상 비디오 데이터(220)에 해당하는 제 1 세그먼트를 포함하는 포지티브 백(225, Positive bag)을 생성할 수 있다. 여기서, 포지티브 백(225)은 제 1 세그먼트에 기초하여 정의된 인스턴스(instance)를 포함할 수 있다.
- [0047] 백 생성부(130)는 복수의 세그먼트 중 비정상 비디오 데이터(210)에 해당하는 제 2 세그먼트를 포함하는 네거티브 백(215, Negative bag)을 생성할 수 있다. 여기서, 네거티브 백(215)은 제 2 세그먼트에 기초하여 정의된 인스턴스를 포함할 수 있다.
- [0048] 학습부(140)는 포지티브 백(225) 및 네거티브 백(215)을 이상 탐지 모델(230)에 입력하고, 이상 탐지 모델(230)을 통해 포지티브 백(225) 및 네거티브 백(215) 각각에 대한 인스턴스에 기초하여 학습 데이터에 대한 상황과 관련된 이벤트 카테고리를 정상 이벤트(241) 또는 비정상 이벤트(240) 중 어느 하나로 분류되도록 학습시킬 수 있다. 예를 들어, 학습부(140)는 포지티브 백(225) 및 네거티브 백(215) 각각에 대한 인스턴스에 기초하여 이상 탐지 모델(230)이 '+1'을 출력하는 경우, 학습 데이터에 대한 상황과 관련된 이벤트 카테고리가 비정상 이벤트(240)로 분류되도록 학습하고, 이상 탐지 모델(230)이 '-1'을 출력하는 경우, 학습 데이터에 대한 상황과 관련된 이벤트 카테고리가 정상 이벤트(241)로 분류되도록 학습할 수 있다.
- [0049] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 이상 탐지 모델을 도시한 예시적인 도면이다. 도 3을 참조하면, 이상 탐지 모델은 상황과 관련된 이벤트 카테고리를 분류하기 위한 분류기(classfier)로서의 기능을 수행할 수 있다.
- [0050] 이상 탐지 모델(230)은 WR-SVM 기반으로 구축될 수 있다. 이상 탐지 모델에 이용되는 머신러닝 모형은 약지도 학습(weakly supervised learning)의 일종인 다중 인스턴스 학습(MIL)을 이용한 증거율-기반 서포트 벡터 머신(WR-SVM)으로 모형화될 수 있다. 여기서, 이상 탐지 모델(230)은 WR-SVM 기반으로 구축되나, 예를 들어, One class SVM, k-NN 등의 다양한 머신러닝 모델 기반으로 구축될 수 있으며, 이에 한정하지 않는다.
- [0051] 이상 탐지 모델(230)은 이상 탐지 알고리즘에 기초하여 이상 탐지를 수행하도록, 추가 MIL(Multi Instance Learning) 풀링 레이어(Pooling Layers) 없는 심층 신경망으로 구축될 수 있다. 이러한 심층 신경망은 계층구조와 손실함수를 정의하여 파라미터를 최적화할 수 있도록 구축되며, 예를 들어, 확률적 경사 하강법(SGD, stochastic gradient descent method)와 같은 최적화 기법에 기초하여 구축될 수 있다.
- [0052] 이상 탐지 모델(230)은 입력계층(300), 은닉계층(310), 출력계층(320)을 포함할 수 있다.
- [0053] 입력계층(300)은 이상 탐지 모델(230)에서 학습 데이터가 입력되는 입력부의 역할을 수행할 수 있다.
- [0054] 은닉계층(310)은 학습 데이터 또는 입력 데이터가 손실이 최소가 되도록 변환해주는 역할을 수행할 수 있다. 여기서, 은닉계층(310)은 1개로 구성되나, 복수 개로 구성되도록 추가 구성될 수도 있다.
- [0055] 은닉계층(310)은 은닉계층(310)의 출력부(315)를 통해 변환된 입력 데이터를 계산하여 다음 계층의 입력으로 전달할 수 있다.
- [0056] 출력계층(320)은 가중치 'w'와 바이어스 'b'를 계산하여, 현재 가중치에 대한 손실(330, 'L')을 계산할 수 있다. 여기서, 가중치 'w'와 바이어스 'b'는 증거율이 최대가 되도록 할 수 있다.
- [0057] 다시 도 1로 돌아와서, 입력부(150)는 입력 데이터를 입력받을 수 있다. 예를 들어, 입력부(150)는 CCTV 카메라에 의해 특정 영역이 촬영된 비디오 데이터를 입력받을 수 있다.
- [0058] 객체 추적부(160)는 입력 데이터에 포함된 복수의 프레임 각각으로부터 객체를 추적할 수 있다.
- [0059] 예를 들어, 객체 추적부(160)는 입력 데이터에 포함된 복수의 프레임 각각으로부터 사전에 정의된 객체(예를 들어, 사람, 자동차, 설비, 제품 등)를 탐지할 수 있다. 이 때, 객체 추적부(160)는 탐지된 객체에 대해 바운딩 박스를 설정할 수 있다. 이와 같이, 객체 탐지를 위한 머신러닝 모델은 예를 들어, R-CNN(Convolution Neural Network), YOLO(You Only Look Once), SSD(Single Shot MultiBox Detector), R-FCN(Region-based Fully Convolutional Network), RetinaNet 등이 이용될 수 있으며, 이에 한정하지 않는다.
- [0060] 이후, 객체 추적부(160)는 객체에 설정된 바운딩 박스에 기초하여 객체의 움직임 궤도를 추출하여 객체를 추적할 수 있다. 이와 같이, 객체를 추적하기 위한 머신러닝 모델은 예를 들어, MIL(Multi Instance) 트래킹,

KCF(Kernelized Correlation Filter) 트래킹, TLD(Tracking Learning Detection) 트래킹, 앙상블 기법 등이 이용될 수 있으며, 이에 한정하지 않는다.

[0061] 이후, 객체 추적부(160)는 추적된 객체를 카테고리별로 분류할 수 있다. 여기서, 객체를 카테고리별로 분류하기 위한 머신러닝 모델은 예를 들어, 스포트 벡터 머신(SVM, Support Vector Machine)이 이용될 수 있으며, 이에 한정하지 않는다.

[0062] 탐지부(170)는 이상 탐지 모델을 이용하여 입력 데이터에 포함된 이상치를 탐지할 수 있다. 예를 들어, 탐지부(170)는 이상 탐지 모델을 이용하여 화재, 침입, 교통사고, 절도, 싸움 등과 같이 특정 구역에서 발생한 이상 상황, 설비의 오작동과 관련된 이상 상황, 제품의 불량과 관련된 이상 상황 등을 탐지할 수 있다. 이상 탐지 모델을 이용하여 입력 데이터에 포함된 이상치를 탐지하는 과정에 대해서는 도 4를 통해 설명하도록 한다.

[0063] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 이상 탐지 알고리즘을 도시한 예시적인 도면이다. 도 4를 참조하면, 이상 탐지 모델(230)은 이상 탐지 알고리즘에 의해 비정상 이벤트 또는 정상 이벤트를 탐지할 수 있다.

[0064] 예를 들어, 입력 데이터(400)는 이상 탐지 모델(230)의 입력계층(300)에 입력될 수 있다. 여기서, 시스템 파라미터 값(410)은 예를 들어, ' $\lambda=0.0015$ ', ' $z_0=0.76$ '으로 설정될 수 있다.

[0065] 이상 탐지 모델(230)은 이상 탐지 알고리즘에 의해 수행되며, 이상 탐지 알고리즘은 (\bar{w}, \bar{b}) 와 $P_{CURRENT}$ 는 내부 루프 단계를 종료한 경우, 결정변수 값과 해당 목적함수 값을 나타내고, 만약, 외부 루프 단계를 종료한 경우, 최적 (\bar{w}, \bar{b}) 를 출력하고, 학습을 종료할 수 있다. 여기서, 최소 증거율을 최대화하기 위해 낮은 바운드는 유효성 검사 오류가 안정화될 때까지 제한될 수 있으며, 최소 증거율 상의 낮은 바운드는 하이퍼파라미터로 처리될 수 있다.

[0066] 이러한 과정을 통해, 이상 탐지 모델(230)은 이상치를 탐지하기 위해 최종 출력에 기초하여 생성된 수학적 5의 다중 인스턴스(MIL) 기반의 백 분류기인 $G(X)$ 를 통해 입력 데이터에 대한 상황과 관련된 카테고리에 기초하여 이상치를 탐지할 수 있다. 백 분류기는 새로운 입력 데이터가 입력되면, 정상 비디오 데이터인지 비정상 비디오 데이터인지 분류해 주는 함수를 의미하며, 백 분류기는 다음의 수학적 5를 통해 도출될 수 있다.

수학적 5

[0067]
$$G(X) = \text{sign} \max_{1 \leq m \leq M} \{\bar{w}^T x_m + \bar{b}\}$$

[0069] 수학적 5를 참조하면, $\mathbf{X} = \{x_1, \dots, x_M\}$ 는 레이블을 예측해야 할 새로운 비디오 데이터를 나타내며, $\text{sign}(x)$ 는 x 가 '0' 또는 양수(+)인 경우, '+1'을 나타내고, 음수(-)인 경우, '-1'을 나타낼 수 있다.

[0070] 즉, 탐지부(170)는 수학적 5를 통해 $G(x)$ 가 '+1'인 경우, 비디오 데이터인 X 에 비정상 이벤트가 포함된 것으로 탐지하고, $G(x)$ 가 '-1'인 경우, 비디오 데이터인 X 에 정상 이벤트가 포함된 것으로 탐지할 수 있다.

[0071] 일반적으로 학습 데이터의 경우, 정상 비디오 데이터는 획득할 수 있으나, 비정상 데이터에 대한 학습 데이터는 극소수이거나, 거의 획득할 수 없다. 예를 들어, 장비의 고장을 탐지하는 경우, 장비가 정상 상태이나, 고장은 발생되지 않은 경우가 많으므로, 비정상 비디오 데이터를 수집하기 위해 장비를 고의로 고장낼 수도 없다. 이러한 점을 고려하여, 성능이 우수한 이상 탐지 모델을 이용한 분류기를 구축함으로써, 이상치를 탐지하도록 할 수 있다.

[0072] 도 1에서는 도시되지 않았으나, 이상치 탐지 장치(100)는 알림부(미도시)를 더 포함할 수 있다.

[0073] 알림부(미도시)는 이상 탐지 모델을 통해 입력 데이터에 대한 상황과 관련된 이벤트 카테고리에 기초하여 객체의 상황과 관련된 이상치가 탐지된 경우, 이상 상황과 관련된 알림을 출력할 수 있다. 또는, 알림부(미도시)는 객체의 상황이 이상 상황으로 탐지된 경우, 관리자 단말(미도시)로 경보 알림 메시지를 전송할 수 있다.

[0074] 이러한 이상치 탐지 장치(100)는 지능형 엣지(intelligent edge)인 온-디바이스 형태로 개발되어, 입력 데이터

가 수집되는 현장에서 바로 이상치를 실시간으로 탐지할 수 있다.

- [0075] 종래의 이상치 탐지 장치의 경우, 이상 징후 탐지 소프트웨어가 탑재되어 미리 정의된 이벤트의 카테고리별로 정상 상황을 비교한 후, 이상 징후를 신뢰성 있게 탐지할 수 있었다. 그러나 종래의 이상치 탐지 장치에 탑재된 이상 징후 탐지 소프트웨어는 기존 이벤트 카테고리 외에 신규 이벤트 카테고리가 추가되는 경우, 신규 이벤트 카테고리에 대한 추가 학습이 요구되었다.
- [0076] 그러나 본 발명에서 제안하는 이상치 탐지 장치의 경우, 이상치 탐지 장치에서 이용되는 이상 탐지 모델이 약지도 학습의 일종인 다중 인스턴스 학습을 이용하여 증거율-기반 서포트 벡터 머신(witness-rate support vector machine)으로 모형화됨으로써, 이상 징후의 카테고리가 정의되면, 각 상황과 관련된 카테고리별로 다양한 형태의 이상 징후를 미리 정의하지 않아도, 각 카테고리 별로 학습된 상황과 관련된 이상치를 탐지하고, 필요시 탐색된 이상 상황을 분류할 수 있다는 장점을 제공할 수 있다.
- [0077] 또한, 종래의 이상치 탐지 장치에서 이상치를 탐지하기 위해서는, CCTV 영상의 분석을 통해 정의된 범주 내에서 사건 인식(event recognition) 기법을 이용한 알고리즘이 이용되었다. 그러나 사건 인식 기법 기반으로 생성된 알고리즘을 이용하여 다중 카테고리 분류(multiclass classification)을 수행하고자 하는 경우, 카테고리의 수가 10개를 초과하면 정확도가 현저히 떨어지는 문제점이 발생되었다. 또한, CCTV 영상을 사건 인식 기법 기반으로 생성된 알고리즘을 이용하는 경우, CCTV 영상의 다양한 이상 징후(예를 들어, 침입, 도발, 적대적 활동 등)의 정의가 요구되고, 각 사건 유형에 대한 방대한 학습 데이터의 수집이 요구되었다.
- [0078] 그러나 본 발명은 이상 상황에 대한 정의가 요구되지 않으며, 이상치를 탐지한 후, 필요시 탐지된 이상 상황을 도난, 화재, 침입, 적대적 활동 등으로 분류할 수 있다. 즉, 본 발명은 실제 발생하는 다양한 이상 징후와 관련된 영상 유형에 대한 학습 데이터를 획득하기 어려운 경우에도 이상 탐지 모델을 통해 이상치를 탐지할 수 있다는 장점을 제공할 수 있다.
- [0079] 종래에는 이상 탐지를 위해 분류 카테고리가 하나만 있는 경우의 분류로 간주될 수 있는 단일 카테고리 분류(OCC, One-class classification)이 주로 이용되었으며, 단일 카테고리의 분류의 경우, 정상 데이터의 분포만 주어지므로, 성능 척도로 오탐율(false alarm rate)이 주로 채택된다. 이러한 오탐율은 회수율(recall)과 관계가 있다.
- [0080] 그러나 본 발명은 정의된 상황과 관련하여 다양한 영상 유형을 정의하여 접근하기 어려우므로, 이상 탐지 모델을 모형화함으로써, 다중 카테고리 분류를 통해 이를 해결할 수 있다.
- [0081] 또한, 본 발명은 학습된 상황과 관련된 카테고리 외에 신규 상황과 관련된 이벤트 카테고리에 대하여 에러율이 높아지는 현상을 방지하도록 재학습시킬 수 있다.
- [0082] 이러한 이상치 탐지 장치(100)는 이상치를 탐지하는 명령어들의 시퀀스를 포함하는 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램에 의해 실행될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 컴퓨팅 장치에 의해 실행될 경우, 정상 비디오 데이터 및 비정상 비디오 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집하고, 학습 데이터를 복수의 세그먼트로 분할하고, 복수의 세그먼트 중 정상 비디오 데이터에 해당하는 제 1 세그먼트를 포함하는 포지티브 백(Positive bag)을 생성하고, 복수의 세그먼트 중 비정상 비디오 데이터에 해당하는 제 2 세그먼트를 포함하는 네거티브 백(Negative bag)을 생성하고, 포지티브 백 및 네거티브 백에 포함된 적어도 하나의 인스턴스에 대한 손실 함수에 기초하여 이상 탐지 모델을 학습시키고, 입력 데이터를 입력받고, 이상 탐지 모델을 이용하여 입력 데이터에 포함된 이상치를 탐지하도록 하는 명령어들의 시퀀스를 포함할 수 있다.
- [0083] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 이상치를 탐지 장치에서 수행되는 이상치를 탐지하는 방법의 순서도이다. 도 5를 참조하면, 이상치 탐지 장치(100)에서 수행되는 이상치를 탐지하는 방법은 도 1 내지 도 4에 도시된 실시예에 따라 시계열적으로 처리되는 단계들을 포함한다. 따라서, 이하 생략된 내용이라고 하더라도 도 1 내지 도 4에 도시된 실시예에 따라 이상치 탐지 장치(100)에서 수행되는 이상치를 탐지하는 방법에도 적용된다.
- [0084] 단계 S510에서 이상치 탐지 장치(100)는 정상 비디오 데이터 및 비정상 비디오 데이터를 포함하는 학습 데이터를 수집할 수 있다.
- [0085] 단계 S520에서 이상치 탐지 장치(100)는 학습 데이터를 복수의 세그먼트로 분할할 수 있다.
- [0086] 단계 S530에서 이상치 탐지 장치(100)는 복수의 세그먼트 중 정상 비디오 데이터에 해당하는 제 1 세그먼트를 포함하는 포지티브 백(Positive bag)을 생성하고, 복수의 세그먼트 중 비정상 비디오 데이터에 해당하는 제 2

세그먼트를 포함하는 네거티브 백(Negative bag)을 생성할 수 있다.

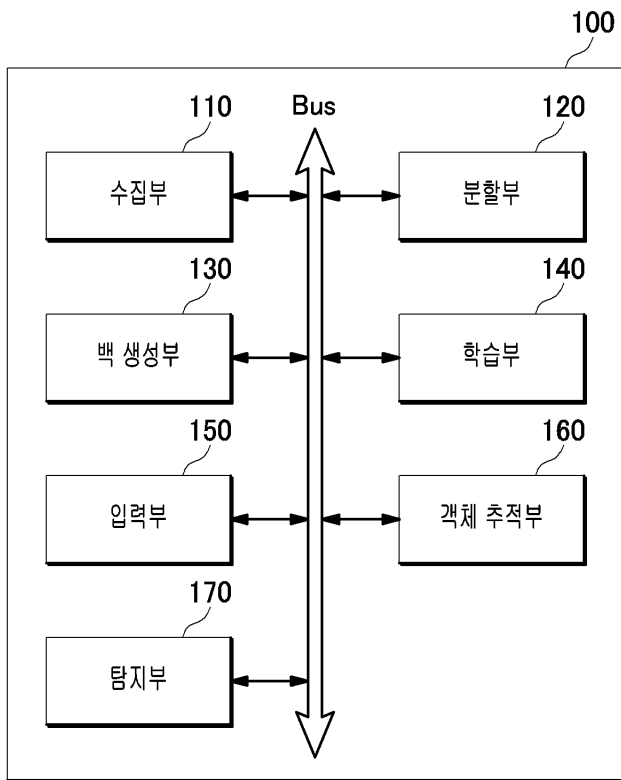
- [0087] 단계 S540에서 이상치 탐지 장치(100)는 포지티브 백 및 네거티브 백에 포함된 적어도 하나의 인스턴스에 대한 손실 함수에 기초하여 이상 탐지 모델을 학습시킬 수 있다.
- [0088] 단계 S550에서 이상치 탐지 장치(100)는 입력 데이터를 입력받을 수 있다.
- [0089] 단계 S560에서 이상치 탐지 장치(100)는 이상 탐지 모델을 이용하여 입력 데이터에 포함된 이상치를 탐지할 수 있다.
- [0090] 상세한 설명에서, 단계 S510 내지 S560은 본 발명의 구현예에 따라서, 추가적인 단계들로 더 분할되거나, 더 적은 단계들로 조합될 수 있다. 또한, 일부 단계는 필요에 따라 생략될 수도 있고, 단계 간의 순서가 전환될 수도 있다.
- [0091] 도 1 내지 도 5를 통해 설명된 이상치 탐지 장치에서 수행되는 이상치를 탐지하는 방법은 컴퓨터에 의해 실행되는 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램 또는 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 또한, 도 1 내지 도 5를 통해 설명된 이상치 탐지 장치에서 수행되는 이상치를 탐지하는 방법은 컴퓨터에 의해 실행되는 매체에 저장된 컴퓨터 프로그램의 형태로도 구현될 수 있다.
- [0092] 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.
- [0093] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0094] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

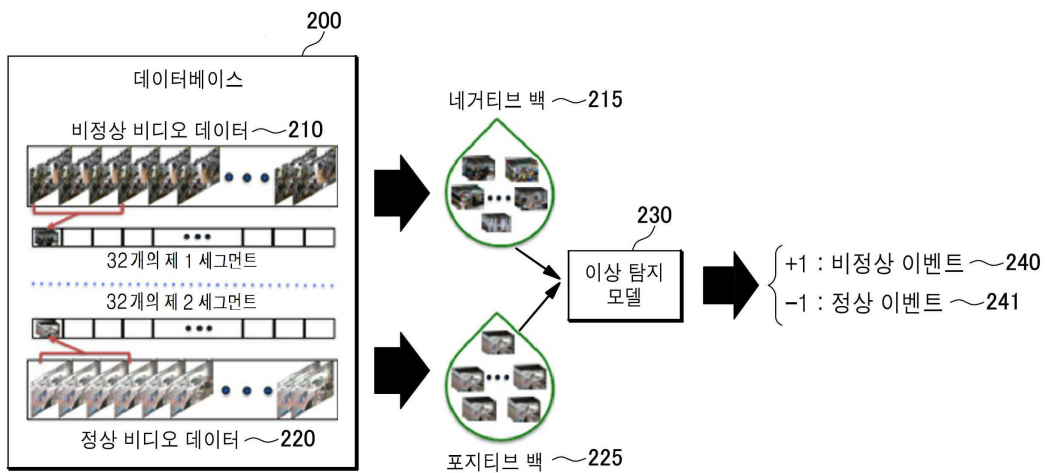
- [0095] 100: 이상치 탐지 장치
- 110: 수집부
- 120: 분할부
- 130: 백 생성부
- 140: 학습부
- 150: 입력부
- 160: 객체 추적부
- 170: 탐지부

도면

도면1

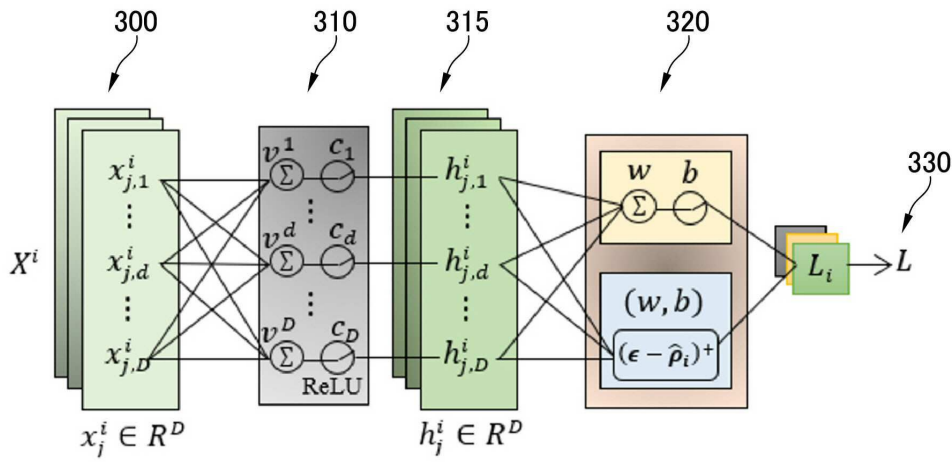


도면2



도면3

230



도면4

알고리즘: MIL기반 이상치 탐지

400 — 입력데이터

- $\{(X_i, y^i)\}_{i=1}^N$: 학습 데이터
- $X_i = \{x_1^i, x_2^i, \dots, x_{M_i}^i\}$: i 번째 동영상
- $x_j^i \in R^D$: 세그먼트
- $y^i \in \{-1, 1\}$: 동영상 X_i 의 레이블

410 — 시스템 파라미터: $\lambda, z_0 \in [0, 1)$

바운드 초기화 $\epsilon = z_0 / (\max_{i, y^i=1} M_i)$

반복해 초기화 (w_1, b_1)

for $\tau = 1, 2, \dots$ **do**

for $k = 1, 2, \dots$ **do**

 랜덤 선택 $i_k \in \{1, \dots, N\}$

 학습을 선택 $\alpha_k > 0$

 반복해 갱신

$$w_{k+1} \leftarrow (1 - \lambda\alpha_k)w_k - \alpha_k \nabla_w L_{i_k}$$

$$b_{k+1} \leftarrow b_k - \alpha_k \frac{\partial}{\partial b} L_{i_k}$$

end for

$(w_1, b_1) \leftarrow (\bar{w}, \bar{b})$

 바운드 갱신 $\epsilon \leftarrow \rho_{CURRENT} + \epsilon$

end for

도면5

