



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월09일

(11) 등록번호 10-2263230

(24) 등록일자 2021년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 5/913 (2006.01) H04N 21/835 (2011.01)
H04N 21/8547 (2011.01)

(52) CPC특허분류
H04N 5/913 (2019.01)
H04N 21/835 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0005628

(22) 출원일자 2020년01월15일

심사청구일자 2020년03월18일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150073409 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

서강대학교 산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

남종호

서울특별시 강남구 언주로146길 18 동현아파트,
1동 206호 (논현2동, 동현아파트)

정민수

서울특별시 송파구 올림픽로 435 파크리오 110동
202호

(74) 대리인

이지연

전체 청구항 수 : 총 7 항

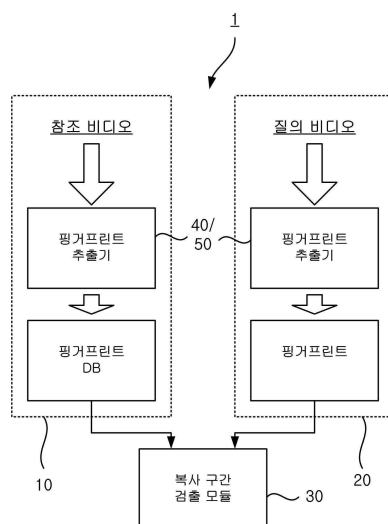
심사관 : 양정미

(54) 발명의 명칭 프레임 특징 벡터 융합을 이용한 비디오 부분 복사 검출 시스템 및 비디오 부분 복사 검출 방법

(57) 요약

본 발명은 비디오 부분 복사 검출 시스템 및 방법에 관한 것이다. 상기 비디오 부분 복사 검출 시스템은, 핑거프린트 추출기를 이용하여 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들을 추출하여 핑거프린트 DB에 저장하는 참조 비디오 핑거프린트 추출 모듈; 핑거프린트 추출기를 이용하여 질의 비디오에 대한 핑거프린트를 추출하는 질의 비디오 핑거프린트 추출 모듈; 및 질의 비디오에 대한 핑거프린트와 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들과의 유사도를 측정하고, 상기 유사도를 비교하여 상기 질의 비디오를 복사한 구간을 검출하는 복사 구간 검출 모듈;을 구비한다. 특히, 본 발명에 따른 핑거프린트 추출기는 비디오를 구성하는 프레임들에 대한 특징 벡터들을 추출하고, 상기 추출된 특징 벡터들을 융합하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하여 제공함으로써, 질의 비디오를 부분 복사한 참조 비디오를 검출한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

H04N 21/8547 (2013.01)

H04N 2005/91321 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2019-0-01730
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	2019년도 제2차 정보통신, 방송 기술개발사업
연구과제명	동영상의 Fingerprint 생성을 통해 디지털 성범죄 피해 영상 조기 확산 방지를 위한
고속 검색 기술 개발	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	서강대학교 산학협력단
연구기간	2019.08.01 ~ 2020.04.30
공지예외적용	: 있음

명세서

청구범위

청구항 1

핑거프린트 추출기를 이용하여 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들을 추출하여 핑거프린트 DB에 저장하는 참조 비디오 핑거프린트 추출 모듈;

핑거프린트 추출기를 이용하여 질의 비디오에 대한 핑거프린트를 추출하는 질의 비디오 핑거프린트 추출 모듈; 및

질의 비디오에 대한 핑거프린트와 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들과의 유사도를 측정하고, 상기 유사도를 비교하여 상기 질의 비디오를 복사한 구간을 검출하는 복사 구간 검출 모듈;

을 구비하고, 상기 핑거프린트 추출기는

비디오로부터 사전 설정된 개수의 프레임 샘플링하는 프레임 샘플링 모듈;

샘플링된 프레임들로부터 특징 벡터들을 추출하는 특징 벡터 추출 모듈; 및

사전 설정된 개수의 프레임에 대한 특징 벡터들에 대하여 각 채널별 대표값을 추출하여 세그먼트 핑거프린트를 생성하는 핑거프린트 융합 모듈;

을 구비하여, 비디오를 구성하는 프레임들에 대한 특징 벡터들을 추출하고, 상기 추출된 특징 벡터들을 융합하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하여 제공함으로써, 특징 벡터 수준의 융합을 통해 핑거프린트를 추출하는 것을 특징으로 하며,

상기 프레임 샘플링 모듈은, 핑거프린트의 학습을 위한 프레임을 샘플링하기 위하여, 한 쌍의 비디오 세그먼트로부터 anchor 프레임, positive 프레임 및 negative 프레임을 샘플링하는 것을 특징으로 하며,

상기 anchor 프레임은 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 하나에서 샘플링하고,

상기 positive 프레임 및 negative 프레임은 anchor 프레임의 타임 스탬프를 고려하여 상기 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 나머지에서 샘플링하되, 상기 negative 프레임은 상기 positive 프레임과 일정 간격 떨어진 구간에서 추출하는 것을 특징으로 하는 질의 비디오를 부분 복사한 참조 비디오를 검출하는 비디오 부분 복사 검출 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

핑거프린트 추출기를 이용하여 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들을 추출하여 핑거프린트 DB에 저장하는 참조 비디오 핑거프린트 추출 모듈;

핑거프린트 추출기를 이용하여 질의 비디오에 대한 핑거프린트를 추출하는 질의 비디오 핑거프린트 추출 모듈; 및

질의 비디오에 대한 핑거프린트와 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들과의 유사도를 측정하고, 상기 유사도를 비교하여 상기 질의 비디오를 복사한 구간을 검출하는 복사 구간 검출 모듈;

을 구비하고, 상기 핑거프린트 추출기는

비디오로부터 사전 설정된 개수의 프레임 샘플링하는 프레임 샘플링 모듈;

상기 샘플링된 프레임들을 융합하여 단일의 융합 프레임을 생성하는 프레임 융합 모듈;

상기 융합 프레임에 대하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하여 제공하는 핑거프린트 생성 모듈;

을 구비하여 프레임 수준 융합을 통한 세그먼트 핑거프린트를 추출하는 것을 특징으로 하며,

상기 프레임 샘플링 모듈은, 핑거프린트의 학습을 위한 프레임을 샘플링하기 위하여, 한 쌍의 비디오 세그먼트로부터 anchor 프레임, positive 프레임 및 negative 프레임을 샘플링하는 것을 특징으로 하며,

상기 anchor 프레임은 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 하나에서 샘플링하고,

상기 positive 프레임 및 negative 프레임은 anchor 프레임의 타임 스탬프를 고려하여 상기 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 나머지에서 샘플링하되, 상기 negative 프레임은 상기 positive 프레임과 일정 간격 떨어진 구간에서 추출하는 것을 특징으로 하는 질의 비디오를 부분 복사한 참조 비디오를 검출하는 비디오 부분 복사 검출 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 프레임 융합 모듈은 상기 샘플링된 연속된 프레임들의 밝기를 가중치 합으로 융합하여 단일의 융합 프레임을 생성하는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는 비디오 부분 복사 검출 시스템.

청구항 6

제1항 및 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복사 구간 검출 모듈은,

모든 질의 프레임 핑거프린트와 참조 프레임 핑거프린트에 대한 유사도를 비교하고, 각 질의 프레임에 대하여 유사도가 높은 상위의 Top-K 개의 참조프레임 핑거프린트를 사용하며,

핑거프린트의 타임스탬프가 질의비디오와 참조비디오의 모두에서 연속인 핑거프린트들을 연결하고 가능한 구간 중 핑거프린트 유사도의 합이 최대인 구간을 검출하는 것을 특징으로 하는 비디오 부분 복사 검출 시스템.

청구항 7

(a) 핑거프린트 추출기를 이용하여 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들을 추출하여 핑거프린트 DB에 저장하는 참조 비디오 핑거프린트 추출 단계;

(b) 핑거프린트 추출기를 이용하여 질의 비디오에 대한 핑거프린트를 추출하는 질의 비디오 핑거프린트 추출 단계; 및

(c) 질의 비디오에 대한 핑거프린트와 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들과의 유사도를 측정하고, 상기 유사도를 비교하여 상기 질의 비디오를 복사한 구간을 검출하는 복사 구간 검출 단계;

을 구비하고, 상기 핑거프린트 추출기는

비디오를 구성하는 프레임들 중 사전 설정된 개수의 프레임들을 샘플링하고, 샘플링된 프레임들로부터 특징 벡터들을 추출하고, 사전 설정된 개수의 프레임에 대한 특징 벡터들에 대하여 각 채널별 대표값을 추출하여 세그먼트 핑거프린트를 생성하여 제공함으로써, 특징벡터 수준의 융합을 통하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하는 것을 특징으로 하며,

상기 핑거프린트 추출기는,

핑거프린트의 학습을 위한 프레임을 샘플링하기 위하여, 한 쌍의 비디오 세그먼트로부터 anchor 프레임, positive 프레임 및 negative 프레임을 샘플링하는 것을 특징으로 하며,

상기 anchor 프레임은 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 하나에서 샘플링하고,

상기 positive 프레임 및 negative 프레임은 anchor 프레임의 타임 스탬프를 고려하여 상기 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 나머지에서 샘플링하되, 상기 negative 프레임은 상기 positive 프레임과 일정 간격 떨어진 구간에서 추출하는 것을 특징으로 하는 질의 비디오를 부분 복사한 참조 비디오를 검출하는 비디오 부분 복사 검출 방법.

청구항 8

- (a) 핑거프린트 추출기를 이용하여 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들을 추출하여 핑거프린트 DB에 저장하는 참조 비디오 핑거프린트 추출 단계;
- (b) 핑거프린트 추출기를 이용하여 질의 비디오에 대한 핑거프린트를 추출하는 질의 비디오 핑거프린트 추출 단계; 및
- (c) 질의 비디오에 대한 핑거프린트와 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들과의 유사도를 측정하고, 상기 유사도를 비교하여 상기 질의 비디오를 복사한 구간을 검출하는 복사 구간 검출 단계;

을 구비하고, 상기 핑거프린트 추출기는

비디오를 구성하는 프레임들 중 사전 설정된 개수의 프레임들을 샘플링하고, 상기 샘플링된 연속된 프레임들의 밝기를 가중치 합으로 융합하여 단일의 융합 프레임을 생성하고, 상기 융합 프레임에 대하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하여 제공하는 생성하여 제공함으로써, 프레임 수준의 융합을 통하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하는 것을 특징으로 하며,

상기 핑거프린트 추출기는,

핑거프린트의 학습을 위한 프레임을 샘플링하기 위하여, 한 쌍의 비디오 세그먼트로부터 anchor 프레임, positive 프레임 및 negative 프레임을 샘플링하는 것을 특징으로 하며,

상기 anchor 프레임은 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 하나에서 샘플링하고,

상기 positive 프레임 및 negative 프레임은 anchor 프레임의 타임 스탬프를 고려하여 상기 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 나머지에서 샘플링하되, 상기 negative 프레임은 상기 positive 프레임과 일정 간격 떨어진 구간에서 추출하는 것을 특징으로 하는 질의 비디오를 부분 복사한 참조 비디오를 검출하는 비디오 부분 복사 검출 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제7항 및 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 복사 구간 검출 단계는,

모든 질의 프레임 핑거프린트와 참조 프레임 핑거프린트에 대한 유사도를 비교하고, 각 질의 프레임에 대하여 유사도가 높은 상위의 Top-K 개의 참조프레임 핑거프린트를 사용하며,

핑거프린트의 타임스탬프가 질의비디오와 참조비디오의 모두에서 연속인 핑거프린트들을 연결하고 가능한 구간 중 핑거프린트 유사도의 합이 최대인 구간을 검출하는 것을 특징으로 하는 비디오 부분 복사 검출 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 비디오 부분 복사 검출 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는 프레임에 대한 데이터 수준 융합과 특징 벡터의 풀링을 통한 특징 벡터 수준 융합하고, CNN 모델의 학습을 통해 강건한 핑거프린트를 추출하고, 이를 이용하여 복사가 발생한 구간을 검출하는 것을 특징으로 하는 비디오 부분 복사 검출 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

최근 멀티미디어 콘텐츠 플랫폼(YouTube, Flickr, Instagram 등)을 주축으로 미디어에 대한 수요가 급속하게 증가하고 있으며 최근 조사에 따르면 인터넷 트래픽의 80%는 비디오 콘텐츠가 될 것이라고 예측하고 있다. 또한, 네트워크 및 카메라를 내재한 모바일 장치와 간단한 동영상 저작도구를 이용하여 언제 어디서든 멀티미디어 콘텐츠를 제작하여 공유가 가능해졌다. 하지만, 콘텐츠의 조회수를 높이기 위하여 다른 콘텐츠 제작자의 창작물을 무단으로 복제하거나 성범죄 동영상과 같은 불법 콘텐츠들이 편집되어 웹하드에 게시되는 등의 문제들이 발생하고 있다.

- [0003] 초기에는 비디오에 워터마크를 삽입하는 방법과 파일이름, 크기 등의 메타 정보를 이용한 비디오 복사 검출방법들이 제안되었다. 하지만, 현실적으로 모든 워터마크의 종류를 검사할 수는 없을 뿐만 아니라 비디오의 인코딩 방법, 해상도, 파일 이름 등을 변형시키는 단순한 방법으로도 복사본 검출을 우회할 수 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 비디오의 내용에 기반한 비디오 고유의 시그니처를 추출하는 방법에 대한 다양한 연구가 진행되었다. 비디오 시그니처는 비디오에 대한 고유한 식별자로 사용되기 때문에 비디오의 지문(Fingerprint)이라고 부른다. MPEG(The Moving Picture Experts Group)에서는 MPEG-7 Video Signature(VS)를 비디오 복사본 검출의 표준으로 채택하였고, 프레임 단위의 시그니처의 비교를 통해 약 95.4%의 복사를 검출하여 연구가 종료되었다. 하지만, 최근 네트워크를 통해 유통되는 비디오가 증가함에 따라 다양한 편집방법이 고안되었고, 기존의 복사 검출 시스템으로는 실제 사용되는 변형을 검출하지 못하였다.
- [0004] 멀티미디어 콘텐츠의 트래픽이 증가함에 따라 콘텐츠 제작자의 지적재산권 보호 및 불법 콘텐츠의 유통을 막기 위하여 비디오 복사본 검출 방법이 연구되고 있다.
- [0005] 도 1은 종래의 기술에 따른 비디오 부분 복사 검출 시스템을 도시한 구성도이다. 도 1을 참조하면, 비디오 부분 복사 검출 시스템은, 질의비디오와 변형비디오에서 복사가 발생한 정확한 구간을 검출하는 시스템으로서, 우선, 데이터베이스의 모든 참조비디오의 프레임 혹은 세그먼트에 대하여 Fingerprint를 추출하고 색인방법을 적용하여 데이터베이스를 구성한다. 질의비디오가 입력되면 동일한 방법으로 Fingerprint를 추출하고 모든 참조비디오의 Fingerprint를 비교하여 유사도를 측정한다. Fingerprint의 유사도는 프레임의 시각적 정보를 추상화한 공간적 특징과 프레임의 시간정보를 이용한 시간적 특징을 이용하며 복사구간 검출기는 Fingerprint 유사도가 연속적으로 높은 구간을 검출한다. 두 비디오에 대한 Fingerprint 유사도는 복사의 종류에 따라 달라지기 때문에 복사구간 검출기는 다양한 경우를 고려하여야 한다.
- [0006] 도 2는 비디오 복사의 형태를 예시적으로 도시한 것이다. 도 2를 참조하면, 비디오 복사는 (a)와 같이 비디오의 모든 프레임에 대한 복제가 발생한 경우와 (b) 및 (c)와 같이 일부 구간에서 복사가 발생한 경우가 있다.
- [0007] 도 3은 비디오 복사가 발생한 비디오의 유사도 비교 결과를 도시한 것이다. 도 3을 참조하면, 복사가 발생한 두 비디오의 Fingerprint 유사도는 (a), (b)와 같이 대각선 방향으로 높은 유사도를 나타낸다. 대각선의 길이는 복제된 시퀀스의 길이를 의미하고 대각선의 기울기는 원본비디오에 대한 FPS(Frame per Second)의 변형을 의미한다. 복사구간 검출기가 정확한 구간을 검출하기 위해서는 원본프레임과 복사프레임의 Fingerprint의 유사도가 큰 값을 갖도록 설계하여야 한다. 또한, 모든 참조비디오의 Fingerprint와 비교하여야 하기 때문에 Fingerprint에 대한 색인을 고려해 검색범위를 제한하거나 세그먼트 수준의 Fingerprint를 설계하여 검출 응답시간을 단축하여야 한다.
- [0008] 도 4는 이미지에 대한 분석 방법들을 도시한 구성도이다. 도 4를 참조하면, 이미지에 대한 분석은 전통적 분석 방법과 딥러닝을 이용한 방법으로 나눌 수 있다. 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이, 이미지 분류문제를 해결하기 위한 전통적인 분석 방법으로는 HoG(Histogram of Gradient), SIFT(Scale-Invariant Feature Transform) 기술자를 이용한 연구들이 있다. 이러한 방법들은 미리 정해진 알고리즘을 이용하여 이미지에 대한 저수준 특징을 추출하고 분류모델을 학습시켜 최종결과를 출력한다. 반면, 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이, 딥러닝을 이용한 방법은 데이터를 기반으로 분류에 적합한 특징추출방법을 학습한다.
- [0009] Handcraft 특징 기반의 모델들은 비디오의 프레임에서 추출한 저수준 특징정보를 이용한다. 저수준 정보는 이미지의 색상, 질감 등을 이용하여 미리 정의한 기술자로 추상화한 것으로 기술자의 설계 목적에 맞지 않는 변형에 대해서는 복사를 검출할 수 없다. 예를 들어 색상 히스토그램을 이용한 기술자를 사용할 경우 위치이동 및 회전을 이용한 변형에는 강인하지만, 프레임에 대한 밝기 및 색상 변화에는 강인하지 못하다. 따라서, 저수준 특징 정보에 기반한 비디오 복사 검출 방법은 미리 정해진 변형에 대해서는 강인할 수 있지만 설계되지 않은 새로운 변형이 발생할 경우 복사 검출에 어려움이 있다.
- [0010] 한편, 기존의 딥러닝 기반의 비디오 부분 복사 검출의 연구는 ImageNet 데이터셋으로 학습된 CNN 모델을 이용하였다. ImageNet은 다양한 분야에서 추출한 1000가지 객체의 분류를 위해 수집된 데이터셋으로 이를 이용하여 학습한 모델은 일반적인 객체의 특징을 나타내기 때문에 비디오 복사 검출문제에 기존 모델을 사용해도 무방하지만 보다 적합한 특징을 추출하도록 설계하기 위해서는 비디오 복사 검출을 위한 데이터셋을 이용하여 네트워크를 재학습해야 하는 문제점이 있다.

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제 10-1033296호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 CNN 기반 프레임 특징벡터를 융합하여 비디오 세그먼트 수준의 부분 복사를 검출할 수 있는 비디오 부분 복사 검출 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 제1 특징에 따른 비디오 부분 복사 검출 시스템은, 핑거프린트 추출기를 이용하여 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들을 추출하여 핑거프린트 DB에 저장하는 참조 비디오 핑거프린트 추출 모듈; 핑거프린트 추출기를 이용하여 질의 비디오에 대한 핑거프린트를 추출하는 질의 비디오 핑거프린트 추출 모듈; 및 질의 비디오에 대한 핑거프린트와 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들과의 유사도를 측정하고, 상기 유사도를 비교하여 상기 질의 비디오를 복사한 구간을 검출하는 복사 구간 검출 모듈;을 구비하고, 상기 핑거프린트 추출기는 비디오를 구성하는 프레임들에 대한 특징 벡터들을 추출하고, 상기 추출된 특징 벡터들을 이용하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하여 제공함으로써, 질의 비디오를 부분 복사한 참조 비디오를 검출한다.

[0014] 전술한 본 발명의 제1 특징에 따른 비디오 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 상기 핑거프린트 추출기는 비디오로부터 사전 설정된 개수의 프레임을 샘플링하는 프레임 샘플링 모듈; 샘플링된 프레임들로부터 특징 벡터들을 추출하는 특징 벡터 추출 모듈; 사전 설정된 개수의 프레임에 대한 특징 벡터들에 대하여 각 채널별 대표값을 추출하여 세그먼트 핑거프린트를 생성하는 핑거프린트 융합 모듈;을 구비하는 것이 바람직하다.

[0015] 전술한 본 발명의 제1 특징에 따른 비디오 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 상기 프레임 샘플링 모듈은, 핑거프린트의 학습을 위한 프레임을 샘플링하기 위하여, 한 쌍의 비디오 세그먼트로부터 anchor 프레임, positive 프레임 및 negative 프레임을 샘플링하는 것을 특징으로 하며, 상기 anchor 프레임은 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 하나에서 샘플링하고, 상기 positive 프레임 및 negative 프레임은 anchor 프레임의 타임 스탬프를 고려하여 상기 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 나머지에서 샘플링하되, 상기 negative 프레임은 상기 positive 프레임과 일정 간격 떨어진 구간에서 추출하는 것이 바람직하다.

[0016] 전술한 본 발명의 제1 특징에 따른 비디오 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 상기 핑거프린트 추출기는, 비디오로부터 사전 설정된 개수의 프레임을 샘플링하는 프레임 샘플링 모듈; 상기 샘플링된 프레임들을 융합하여 단일의 융합 프레임을 생성하는 프레임 융합 모듈; 상기 융합 프레임에 대하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하여 제공하는 핑거프린트 생성 모듈;을 구비하고,

[0017] 상기 프레임 융합 모듈은 상기 샘플링된 연속된 프레임들의 밝기를 가중치 합으로 융합하여 단일의 융합 프레임을 생성하는 것이 바람직하다.

[0018] 전술한 본 발명의 제1 특징에 따른 비디오 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 상기 복사 구간 검출 모듈은, 모든 질의 프레임 핑거프린트와 참조 프레임 핑거프린트에 대한 유사도를 비교하고, 각 질의 프레임에 대하여 유사도가 높은 상위의 Top-K 개의 참조프레임 핑거프린트를 사용하며,

[0019] 핑거프린트의 타임스탬프가 질의비디오와 참조비디오의 모두에서 연속인 핑거프린트들을 연결하고 가능한 구간 중 핑거프린트 유사도의 합이 최대인 구간을 검출하는 것이 바람직하다.

[0020] 전술한 본 발명의 제2 특징에 따른 비디오 부분 복사 검출 방법은, (a) 핑거프린트 추출기를 이용하여 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들을 추출하여 핑거프린트 DB에 저장하는 참조 비디오 핑거프린트 추출 단계; (b) 핑거프린트 추출기를 이용하여 질의 비디오에 대한 핑거프린트를 추출하는 질의 비디오 핑거프린트 추출 단계; 및 (c) 질의 비디오에 대한 핑거프린트와 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들과의 유사도를 측정하고, 상기 유사도를 비교하여 상기 질의 비디오를 복사한 구간을 검출하는 복사 구간 검출 단계; 을 구비하고,

[0021] 상기 핑거프린트 추출기는, 비디오를 구성하는 프레임들에 대한 특징 벡터들을 추출하고, 상기 추출된 특징 벡

터들을 이용하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하여 제공하는 것을 특징으로 하는 질의 비디오를 부분 복사한 참조 비디오를 검출한다.

[0022] 전술한 본 발명의 제2 특징에 따른 비디오 부분 복사 검출 방법에 있어서, 상기 핑거프린트 추출기는, 비디오로부터 사전 설정된 개수의 프레임들을 샘플링하고, 샘플링된 프레임들로부터 특징 벡터들을 추출하고, 사전 설정된 개수의 프레임에 대한 특징 벡터들에 대하여 각 채널별 대표값을 추출하여 세그먼트 핑거프린트를 생성하는 것이 바람직하다.

[0023] 전술한 본 발명의 제2 특징에 따른 비디오 부분 복사 검출 방법에 있어서, 상기 핑거프린트 추출기는, 핑거프린트의 학습을 위한 프레임을 샘플링하기 위하여, 한 쌍의 비디오 세그먼트로부터 anchor 프레임, positive 프레임 및 negative 프레임을 샘플링하는 것을 특징으로 하며, 상기 anchor 프레임은 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 하나에서 샘플링하고, 상기 positive 프레임 및 negative 프레임은 anchor 프레임의 타임 스탬프를 고려하여 상기 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 나머지에서 샘플링하되, 상기 negative 프레임은 상기 positive 프레임과 일정 간격 떨어진 구간에서 추출하는 것이 바람직하다.

[0024] 전술한 본 발명의 제2 특징에 따른 비디오 부분 복사 검출 방법에 있어서, 상기 핑거프린트 추출기는, 비디오로부터 사전 설정된 개수의 프레임들을 샘플링하고, 상기 샘플링된 연속된 프레임들의 밝기를 가중치 합으로 융합하여 단일의 융합 프레임을 생성하고, 상기 융합 프레임에 대하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하여 제공하는 것이 바람직하다.

[0025] 전술한 본 발명의 제2 특징에 따른 비디오 부분 복사 검출 방법에 있어서, 상기 복사 구간 검출 단계는, 모든 질의 프레임 핑거프린트와 참조 프레임 핑거프린트에 대한 유사도를 비교하고, 각 질의 프레임에 대하여 유사도가 높은 상위의 Top-K 개의 참조프레임 핑거프린트를 사용하며, 핑거프린트의 타임스탬프가 질의비디오와 참조비디오의 모두에서 연속인 핑거프린트들을 연결하고 가능한 구간 중 핑거프린트 유사도의 합이 최대인 구간을 검출하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따른 비디오 부분복사 검출시스템은 질의비디오와 참조비디오의 검출된 구간이 정답구간과 한 프레임 이상 겹칠 경우 정확하게 검출됨으로써, 종래의 검출 방법들에 비하여 우수한 성능을 가진다.

[0027] 또한, 본 발명에 따른 비디오 부분복사 검출시스템이 프레임 Fingerprint를 사용하는 경우 네트워크의 재학습을 통해 약 2%의 성능이 증가하였다. 이는 본 발명에서 제안한 학습방법으로 학습한 모델이 미리 학습된 모델보다 변형에 강건한 특징을 추출함을 확인할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 종래의 기술에 따른 비디오 부분 복사 검출 시스템을 도시한 구성도이다.

도 2는 비디오 복사의 형태를 예시적으로 도시한 것이다.

도 3은 비디오 복사가 발생한 비디오의 유사도 비교 결과를 도시한 것이다.

도 4는 이미지에 대한 분석 방법들을 도시한 구성도이다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비디오 부분 복사 검출 시스템을 전체적으로 도시한 구성도이다.

도 6은 원본비디오의 프레임, 변형비디오의 프레임과 프로그램으로 생성한 변형프레임을 Alexnet의 FC6 계층에서 특징벡터를 추출하고 T-SNE를 이용하여 2차원으로 투영한 그림이다.

도 7은 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 핑거프린트 추출기의 제1 실시형태에 대한 구조도이다.

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 핑거프린터 추출기의 제1 실시형태에 따른 데이터 수준의 융합방법을 이용한 세그먼트 Fingerprint 추출방법의 프로시저를 도시한 알고리즘이다.

도 9는 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 핑거프린트 추출기의 제2 실시형태에 대한 구조도이다.

도 10은 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 핑거프린트 추출기의 제2 실시형태에 따라 특징벡터

수준의 융합을 통한 세그먼트 핑거프린트 추출 방법을 설명하기 위하여 도시한 것이다.

도 11은 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 상기 핑거프린트 추출기(50)의 제2 실시 형태에 따른 특징벡터 수준의 융합을 이용한 세그먼트 Fingerprint의 학습방법에 대한 구조도이다.

도 12는 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 핑거프린트의 학습을 위한 프레임 샘플링 방법을 설명하기 위하여 예시적으로 도시한 프레임들이며, 도 13은 세그먼트 핑거프린트의 학습 데이터 생성 방법을 도시한 알고리즘이다.

도 14는 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 두 비디오의 복사 구간을 검출하는 프로시저에 대한 알고리즘을 도시한 것이며, 도 15는 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 특정 핑거프린트에서 시작하는 구간 중 최대 유사도를 갖는 구간을 검출하는 프로시저에 대한 알고리즘을 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비디오 부분 복사 검출 시스템의 구성 및 동작에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0030] 도 5는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 비디오 부분 복사 검출 시스템을 전체적으로 도시한 구성도이다.
- [0031] 도 5를 참조하면, 본 발명에 따른 비디오 부분 복사 검출 시스템(1)은, 참조 비디오 핑거프린트 추출 모듈(10), 질의 비디오 핑거프린트 추출 모듈(20) 및 복사 구간 검출 모듈(30)을 구비하며, 상기 참조 비디오 핑거프린트 추출 모듈은 오프라인상에서 수행되어 핑거프린트 DB를 구성하게 된다.
- [0032] 상기 참조 비디오 핑거프린트 추출 모듈(10)은 핑거프린트 추출기를 이용하여 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들을 추출하여 핑거프린트 DB에 저장한다. 상기 질의 비디오 핑거프린트 추출 모듈(20)은 핑거프린트 추출기를 이용하여 질의 비디오에 대한 핑거프린트를 추출한다. 상기 복사 구간 검출 모듈(30)은 질의 비디오에 대한 핑거프린트와 참조 비디오들에 대한 핑거프린트들과의 유사도를 측정하고, 상기 유사도를 비교하여 상기 질의 비디오를 복사한 구간을 검출한다. 상기 핑거프린트 추출기(40)는 비디오를 구성하는 프레임들에 대한 특징 벡터들을 추출하고, 상기 추출된 특징 벡터들을 이용하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하여 제공하는 것을 특징으로 하는 질의 비디오를 부분 복사한 참조 비디오를 검출하게 된다.
- [0033] 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템은, 프레임에 대한 변형에 의해 저수준 특징정보는 크게 달라질 수 있기 때문에 이를 배제하고 CNN을 이용한 고수준의 특징정보를 이용한다. 하지만 고수준의 정보를 추출하는 CNN도 시각적 정보를 이용하기 때문에 프레임에 대한 변형이 특징벡터에도 영향을 줄 수 있다. 도 6은 원본비디오의 프레임, 변형비디오의 프레임과 프로그램으로 생성한 변형프레임을 Alexnet의 FC6 계층에서 특징벡터를 추출하고 T-SNE를 이용하여 2차원으로 투영한 그림이다. 도 6을 통해, 대부분의 경우 매칭되는 프레임끼리 군집화 되었지만 그렇지 못한 경우도 빈번하게 발생함을 알 수 있다. 복사 구간 검출은 모든 Fingerprint의 유사도를 이용하기 때문에 프레임 특징벡터를 Fingerprint로 사용하는 검출 시스템에서는 군집화 되지 못한 경우 검출성능에 영향을 준다. 이러한 문제는 다수의 프레임 정보를 융합한 세그먼트 단위의 Fingerprint를 이용하여 해결할 수 있다. 세그먼트 단위의 정보를 이용할 경우 한 두 프레임의 특징벡터가 변형되더라도 다른 프레임의 정보를 이용하여 정상적으로 검출할 수 있다. 또한, Handcraft 기반의 방법과는 달리 CNN은 학습을 통해 변형에 강건한 특징추출 방법을 학습할 수 있다. 따라서 본 발명에서는 세그먼트 Fingerprint 추출을 위한 CNN 모델을 제안하고 그에 대한 학습방법을 제안한다.
- [0034] 본 발명에서는 프레임 정보의 융합방법으로 데이터 수준의 융합방법과 CNN을 통해 추출한 고수준 정보를 융합하는 특징벡터 수준의 융합방법을 제안한다. 도 7 은 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 핑거프린트 추출기의 제1 실시형태에 대한 구조도이다.
- [0035] 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 핑거프린트 추출기의 제1 실시형태는, 데이터 수준의 융합방법은 비디오에서 샘플링한 프레임들을 융합하여 단일 이미지를 생성하고 CNN기반의 Fingerprint 추출 모듈을 통해 세그먼트 Fingerprint를 추출한다. 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에서는 Fingerprint 추출 모듈로 ImageNet으로 학습된 DenseNet-121을 이용할 수 있다.
- [0036] 상기 핑거프린트 추출기(40)의 제1 실시 형태는, 비디오로부터 사전 설정된 개수의 프레임을 샘플링하는 프레임 샘플링 모듈(42); 상기 샘플링된 프레임들을 융합하여 단일의 융합 프레임을 생성하는 프레임 융합 모듈(44); 상기 융합 프레임에 대하여 세그먼트 핑거프린트를 추출하여 제공하는 핑거프린트 생성 모듈(46);을 구비하여,

프레임 수준 융합을 통한 세그먼트 핑거프린트를 추출한다.

[0037] 상기 프레임 융합 모듈(44)은 상기 샘플링된 연속된 프레임들의 밝기에 가중치를 부여하여 프레임 정보를 융합한 임시 정보 표현 이미지들(Temporally Informative Representative Images : 'TIRI')를 생성하고 블록 단위 DCT(Discrete Cosine Transform)을 통해 주성분인 DC계수를 추출하여, 모든 블록의 DC 계수를 세그먼트 Fingerprint로 사용한다.

[0038] 도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 핑거프린트 추출기의 제1 실시형태에 따른 데이터 수준의 융합방법을 이용한 세그먼트 Fingerprint 추출방법인 “GetDataFusedFingerprint”의 프로시저이다. 도 8을 참조하면, 상기 핑거프린트 추출기는 비디오에서 샘플링한 프레임을 이용하여 TIRI를 생성한다. TIRI는 한 장의 이미지로 세그먼트에 대한 시간적, 공간적 특징을 표현하는 방법으로 연속된 프레임들의 밝기를 가중치 합으로 융합하여 단일 이미지를 생성하며 수학적 식 1에 따라 생성할 수 있다. 기존의 CNN 네트워크는 3채널 이미지를 사용하기 때문에 전처리 과정으로 단일 채널인 TIRI를 3채널 이미지로 변형한다.

수학적 식 1

$$TIRI_{i,j} = \sum_{k=1}^L w_k * I_{k,i,j}$$

[0039]

[0040] 한편, 도 9는 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 핑거프린트 추출기의 제2 실시형태에 대한 구조도이다. 도 9를 참조하면, 상기 핑거프린트 추출기(50)의 제2 실시 형태는, 특징벡터 수준의 융합방법으로 샘플링한 각 프레임들에 대해 Fingerprint 추출 모듈을 이용하여 특징벡터를 생성하고 이를 융합하여 세그먼트 정보를 추상화한다.

[0041] 상기 핑거프린트 추출기(50)의 제2 실시 형태는, 비디오로부터 사진 설정된 개수의 프레임을 샘플링하는 프레임 샘플링 모듈(52); 샘플링된 프레임들로부터 C 차원의 특징 벡터들을 추출하는 특징 벡터 추출 모듈(54); 사진 설정된 개수의 프레임에 대한 특징 벡터들에 대하여 각 채널별 대표값을 추출하여 C 차원의 세그먼트 핑거프린트를 생성하는 핑거프린트 융합 모듈(56);을 구비하여, 특징벡터 수준 융합을 통한 세그먼트 핑거프린트를 추출한다. 도 10은 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 핑거프린트 추출기의 제2 실시형태에 따라 특징벡터 수준의 융합을 통한 세그먼트 핑거프린트 추출 방법을 설명하기 위하여 도시한 것이다.

[0042] 상기 핑거프린트 추출기(50)의 제2 실시 형태는, 세그먼트 Fingerprint 추출을 위한 프레임 특징벡터 수준의 융합방법으로 차원에 대한 평균값과 최대값 풀링을 사용한다. 도 10을 참조하면, 상기 핑거프린트 추출기(50)의 제2 실시 형태는, T개의 샘플링된 프레임에 대하여 각 C차원의 특징벡터를 추출하고 각 채널별로 대표값을 추출하는 풀링을 이용하여 C차원의 세그먼트 Fingerprint를 생성한다. 다수의 특징벡터의 평균값을 이용한 융합방법으로 생성된 Fingerprint는 세그먼트의 모든 프레임에 대한 정보를 고르게 반영하기 때문에 프레임 특징벡터가 변형에 의해 원본 프레임 특징벡터와 멀어질 경우에도 다른 프레임 특징벡터로 인해 Fingerprint에는 큰 영향을 미치지 않는다. 최대값을 이용한 융합의 경우도 마찬가지로 원본 프레임의 특징벡터와 멀어진 프레임의 특징벡터가 Fingerprint에 대해서는 큰 영향을 미치지 않는다.

[0043] 도 11은 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 상기 핑거프린트 추출기(50)의 제2 실시 형태에 따른 특징벡터 수준의 융합을 이용한 세그먼트 Fingerprint의 학습방법에 대한 구조도이다. 도 11을 참조하면 anchor, positive 및 negative 비디오에서 각각 T개의 프레임을 샘플링하고 이에 대한 T x C차원의 특징 벡터를 추출한다. 이후 융합 모듈을 통해 추출한 C차원의 세그먼트 Fingerprint를 Triplet loss를 이용하여 학습한다.

[0044] 상기 프레임 샘플링 모듈(42, 52)은, 핑거프린트의 학습을 위한 프레임을 샘플링하기 위하여, 한 쌍의 비디오 세그먼트로부터 anchor 프레임, positive 프레임 및 negative 프레임을 샘플링하는 것을 특징으로 한다.

[0045] 도 12는 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 핑거프린트의 학습을 위한 프레임 샘플링 방법을 설명하기 위하여 예시적으로 도시한 프레임들이며, 도 13은 세그먼트 핑거프린트의 학습 데이터 생성 방법을 도시한 알고리즘이다. 이하, 도 12 및 도 13을 참조하여, CNN기반에 기반한 세그먼트 fingerprint의 학습을 위한 프레임 샘플링 방법에 대하여 설명한다.

[0046] 본 발명에 따른 비디오 부분복사 검출시스템은 Fingerprint 유사도를 이용해 복사구간을 검출한다. 따라서 특징 벡터에 대한 거리를 학습하는 Triplet network를 이용하여 Fingerprint 추출기를 학습한다. Triplet network를 이용한 CNN 모델의 학습을 위해 본 발명에서 제안하는 프레임 샘플링 방법은 도 12와 같다. 도 12에 도시된 바와 같이, 한 쌍의 비디오 세그먼트의 한쪽에서 anchor 프레임을 샘플링하고, anchor 프레임의 타임스탬프를 고려하여 반대 세그먼트에서 positive 프레임을 샘플링한다. negative 프레임은 positive 프레임과 같은 비디오에서 복사 세그먼트와 일정 간격 떨어진 구간에서 추출한다. 해당 샘플링 방법을 통해, 한 쌍의 비디오 세그먼트에서 최대 4쌍의 학습 데이터를 생성할 수 있다. 도 13은 Fingerprint 추출기의 학습 데이터 생성을 위한 GetTripletSample 프로시저이다. Anchor 프레임의 추출시간을 이용하여 positive 프레임이 정확하게 매칭될 수 있도록 설계하는 것이 바람직하다. 즉, 상기 anchor 프레임은 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 하나에서 샘플링하고, 상기 positive 프레임 및 negative 프레임은 anchor 프레임의 타임 스탬프를 고려하여 상기 한 쌍의 비디오 세그먼트 중 나머지에서 샘플링하되, 상기 negative 프레임은 상기 positive 프레임과 일정 간격 떨어진 구간에서 추출하게 된다.

[0047] 본 발명에 따른 시스템의 상기 복사 구간 검출 모듈(30)은, 모든 질의 프레임 핑거프린트와 참조 프레임 핑거프린트에 대한 유사도를 비교하고, 각 질의 프레임에 대하여 유사도가 높은 상위의 Top-K 개의 참조프레임 핑거프린트를 사용하며, 핑거프린트의 타임스탬프가 질의비디오와 참조비디오의 모두에서 연속인 핑거프린트들을 연결하고 가능한 구간 중 핑거프린트 유사도의 합이 최대인 구간을 검출하게 된다. 도 14는 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 두 비디오의 복사 구간을 검출하는 프로시저에 대한 알고리즘을 도시한 것이며, 도 15는 본 발명에 따른 부분 복사 검출 시스템에 있어서, 특정 핑거프린트에서 시작하는 구간 중 최대 유사도를 갖는 구간을 검출하는 프로시저에 대한 알고리즘을 도시한 것이다.

[0048] 설명을 위해 다음과 같은 기호를 정의한다. t 는 질의비디오에 대한 타임스탬프를 의미하며, Q^t 는 t 에서의 질의 비디오 Fingerprint이다. Q^t 와 유사도가 높은 k 번째 참조비디오 Fingerprint는 R_k^t 로 표기한다. TS_k^t 는 R_k^t 가 추출된 참조비디오에 대한 타임스탬프를 의미하고 $score_k^t$ 는 Q^t 와 R_k^t 의 유사도이다. w 는 유사도를 고려해야하는 타임스탬프의 간격, $Threshold$ 는 유사도의 최솟값을 의미하고, c 는 검출된 구간에 포함된 Fingerprint의 최소 개수이다. R_k^t 에서 연결가능한 Fingerprint가 R_b^{t+a} 라면 a 와 b 는 수학적 2, 3, 4의 조건을 만족해야 한다.

수학적 2

[0049] $a \leq w$

수학적 3

[0050] $TS_k^t + 1 \leq TS_b^{t+a} \leq TS_k^t + w$

수학적 4

[0051] $score_b^{t+a} \geq Threshold$

[0052] 연결가능한 a 와 b 가 다수인 경우 가장 높은 구간 점수를 반환하는 a 와 b 를 선택한다. 구간점수는 구간에 포함된 $score_k^t$ 의 합을 의미한다. 모든 t 와 k 에 대하여 R_k^t 로 시작하는 구간을 검출하여 후보 구간을 찾고 구간 점수가 최대인 구간을 최종 복사 구간으로 사용한다. 중복되는 연산을 줄이기 위하여 검출된 Fingerprint의

최대 구간을 저장한다. w , $Threshlod$ 및 c 는 구간 검출기의 매개변수로 사용하며 설정된 값에 의해 다른 검출 결과를 나타낸다. 따라서 다양한 매개변수를 사용하여 검출 결과를 측정하고 가장 높은 성능을 내는 매개변수를 이용하여 최종 성능을 평가한다.

[0053]

이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나, 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 그리고, 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

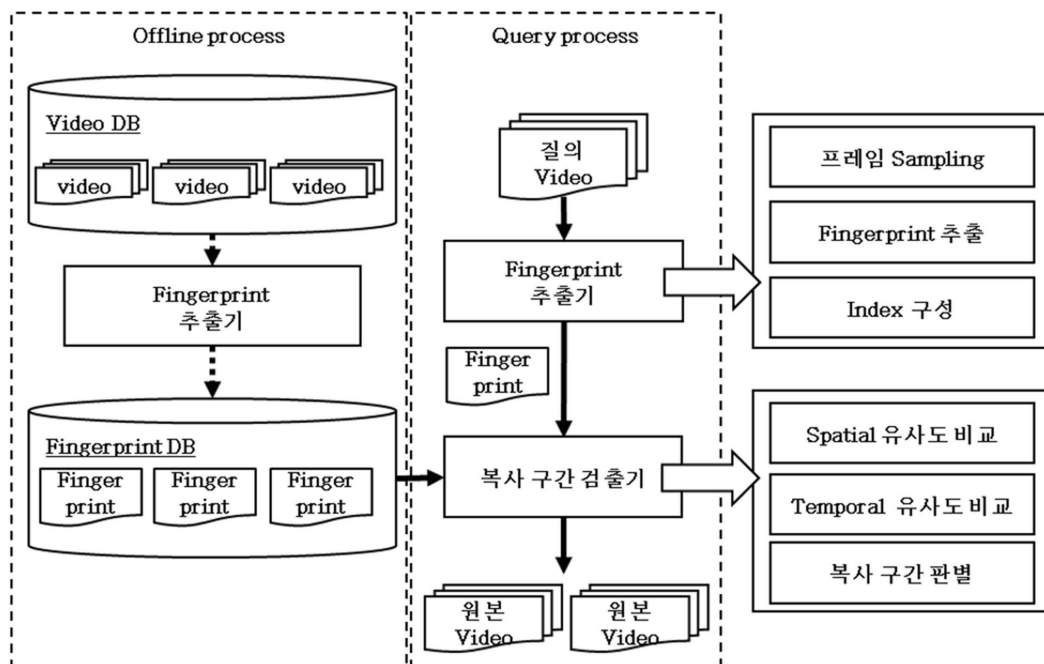
부호의 설명

[0054]

- 1 : 비디오 부분 복사 검출 시스템
- 10 : 참조 비디오 핑거프린트 추출 모듈
- 20 : 질의 비디오 핑거프린트 추출 모듈
- 30 : 복사 구간 검출 모듈
- 40 : 핑거프린트 추출기
- 42, 52 : 프레임 샘플링 모듈
- 44 : 프레임 융합 모듈
- 46 : 핑거프린트 생성 모듈
- 56 : 핑거프린트 융합 모듈
- 54 : 특징 벡터 추출 모듈

도면

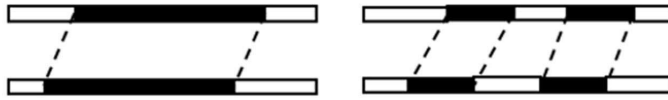
도면1



도면2

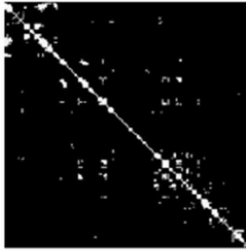


(a) Full-Copy

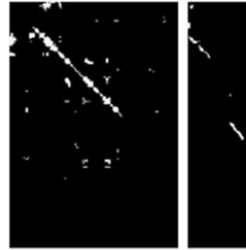


(b) Partial-Copy

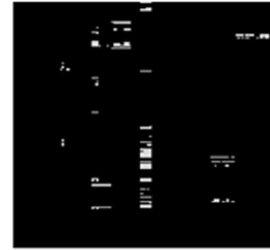
도면3



(a) Full-Copy



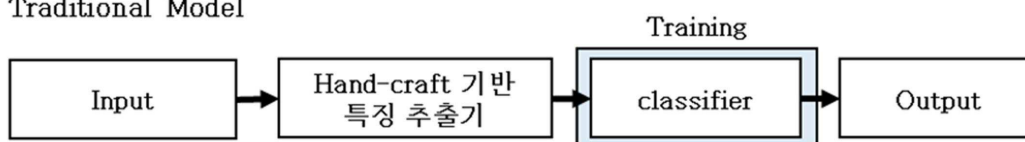
(b) Partial-Copy



(c) Non-Copy

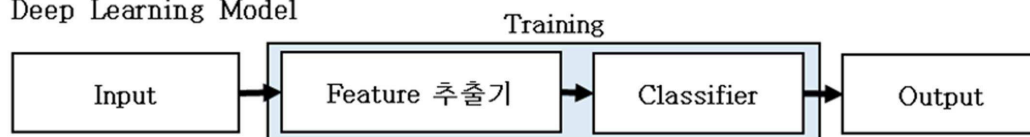
도면4

Traditional Model



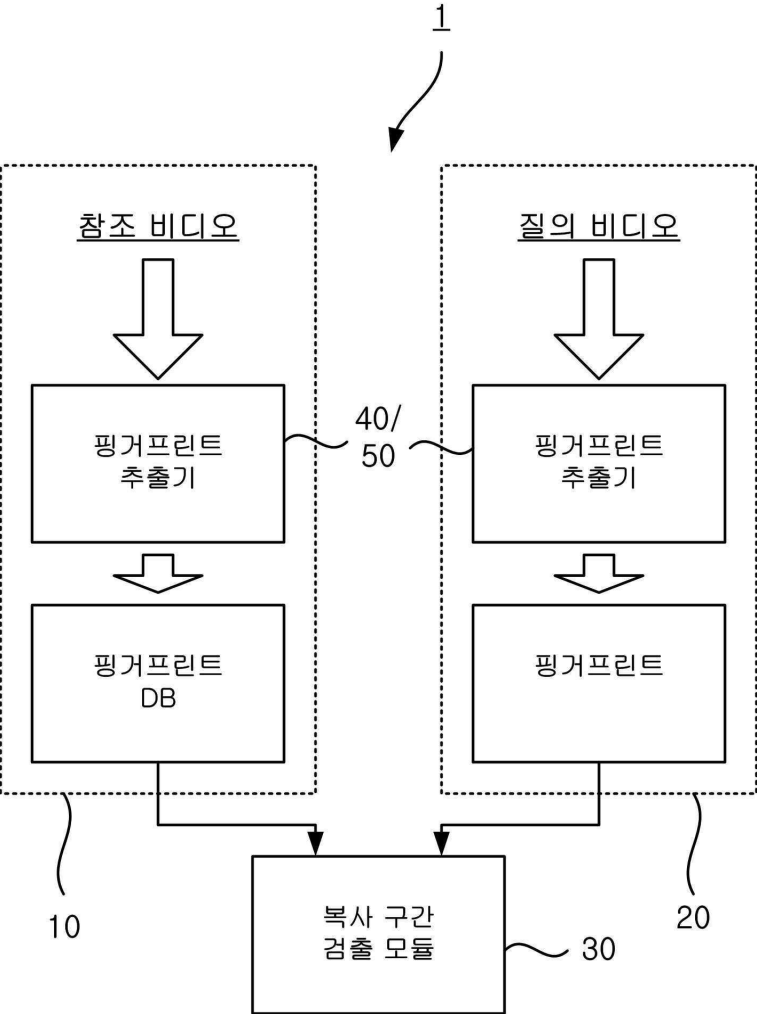
(a)

Deep Learning Model

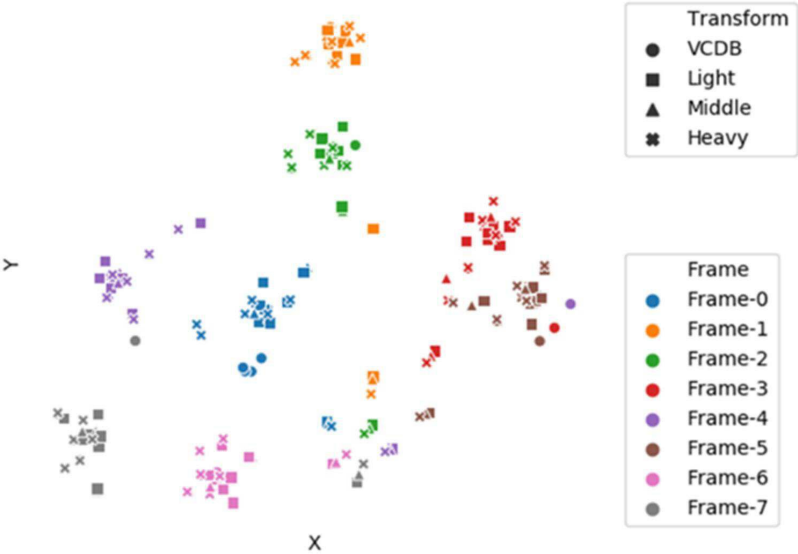


(b)

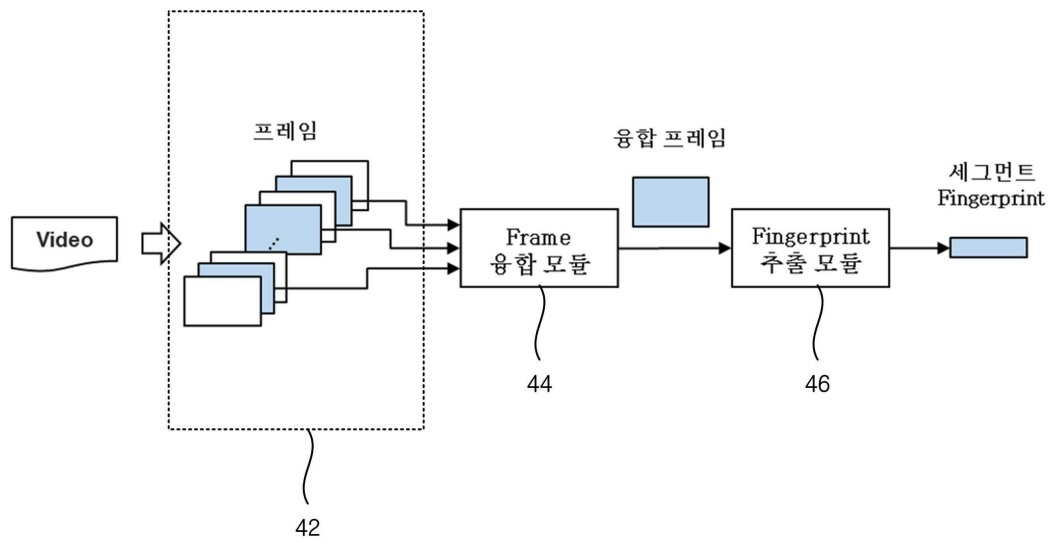
도면5



도면6



도면7



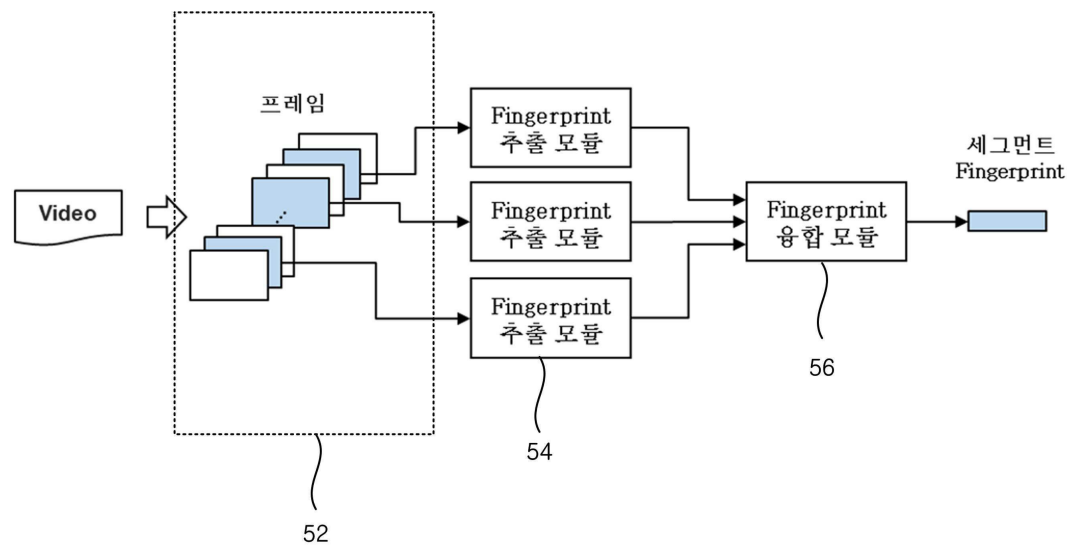
도면8

```

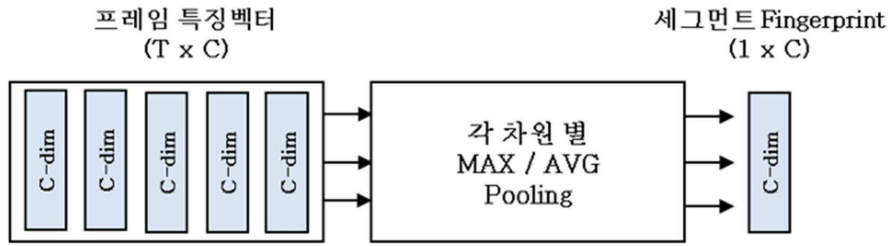
Procedure GetDataFusedFingerprint
// frames: a sampled frame set extract from video
// w: weight value for TIRI
// extractor: a feature extractor
Procedure GetDataFusedFingerprint (frames, w, extractor):
  TIRI = framesToTIRI(frames, w)
  // 1-channel to 3-channel to use pretrained CNN model
  3d_ TIRI = preprocess(TIRI)
  segment_fingerprint = feature_extractor(3d_ TIRI)
  return segment_fingerprint
end

```

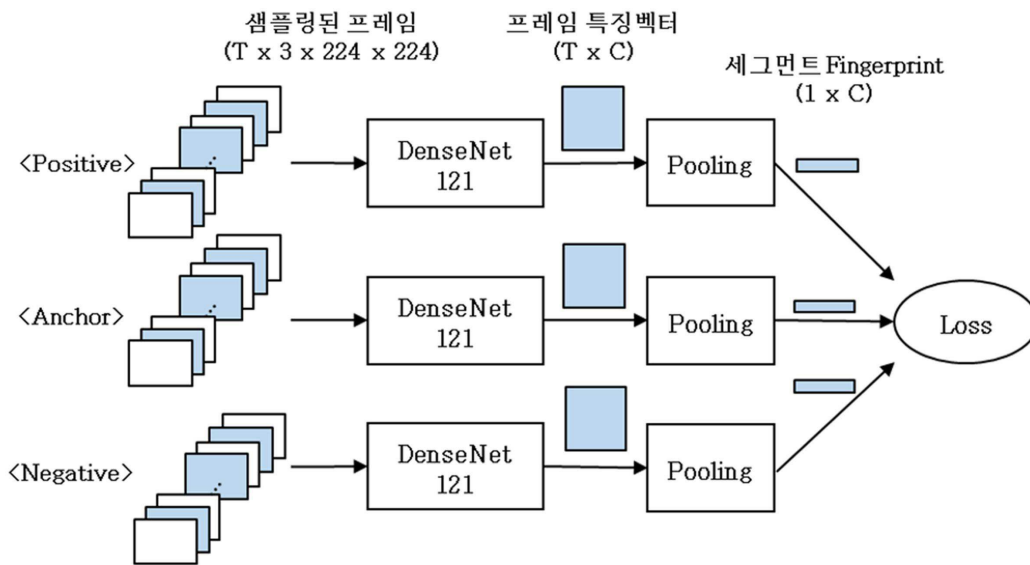
도면9



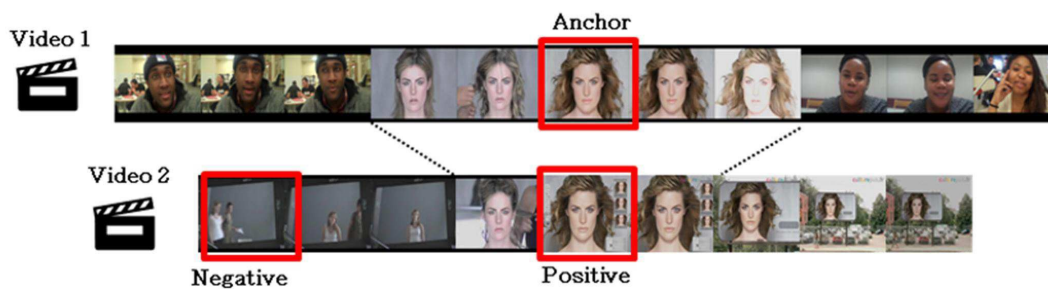
도면10



도면11



도면12



도면13

```

Procedure GetTripletSample()
// pair_list: a list of copy pair
// pair: Two video segments which are copied
// segment: part of videos, consist of video ID, start time and end time
// getRandomFrame: a function that return randomly sampled frame and
selected time rate, selected time / duration of segment
// getPosFrame: a function that return pos frame
// getNegSegment: a function that return list of segments which are apart
away from input segment at least margin
Procedure GetTripletSample (pair_list):
  Triplets = [] // initialize list
  for each pair in pairs:
    // segment1 is anchor segment
    (segment1, segment2) = pair
    anchor, anchor_time = getRandomFrame(segment1)
    pos = getPosFrame(segment2, anchor_time)
    neg_segments = getNegSegment(segment2, margin)
    for each neg_segment in neg_segments:
      neg, _ = getRandomFrame(neg_segment)
      triplet.append((anchor, pos, neg))
    // repeat the same process with segment2 as anchor
  return Triplets
end

```

도면14

```

Procedure FindCopySegment
//  $R_k^t$  :  $k_{th}$  fingerprint which have high similarity at query time  $t$ 
//  $score_k^t$  :  $R_k^t$ 's similarity score
//  $TS_k^t$  :  $R_k^t$ 's timestamp about reference video
// path : path information which are consist of last query time, last ref-
erence time, path score, number of fingerprint in path
Procedure FindCopySegment():
  // Initialize
  For t in query time:
    For k in Top-k:
      if  $R_k^t$  didn't calculate maximum path and  $score_k^t \geq Threshold$ 
         $path_{candidate} = GetMaxScorePath(t, k)$ 
       $path_{detect} = \max(path_{candidate})$  // maximum score path
    return  $path_{detect}$ 
end

```

도면15

```

Procedure GetMaxScorePath $\leftarrow$ 
//  $R_k^t$  :  $k_{th}$  fingerprint which have high similarity at query time  $t$  $\leftarrow$ 
//  $score_k^t$  :  $R_k^t$ 's similarity score $\leftarrow$ 
//  $TS_k^t$  :  $R_k^t$ 's timestamp about reference video $\leftarrow$ 
//  $path$  : path information which are consist of last query time, last ref-
// erence time, path score, number of fingerprint in path) $\leftarrow$ 
 $\leftarrow$ 
Procedure GetMaxScorePath( $t, k$ ): $\leftarrow$ 
  If  $FP_k^t$  didn't get maximum score path: $\leftarrow$ 
    // find linkable  $R_b^{t+a}$ , which satisfy (2), (3) and (4) $\leftarrow$ 
    neighbors = GetLinkableFingerprint( $t, k$ ) $\leftarrow$ 
    if there are no linkable neighbor:  $\leftarrow$ 
      // the path is end with  $t$  and  $k$  , save path information  $\leftarrow$ 
       $Path_k^t = (t, k, score_k^t, 1)$  $\leftarrow$ 
    else: $\leftarrow$ 
      // get max score path recursively $\leftarrow$ 
      For neighbor in neighbors: $\leftarrow$ 
        //  $n = neighbor_{time}, m = neighbor_{rank}$  $\leftarrow$ 
         $path_{neighbors} = \text{GetMaxScorePath}(n, m)$   $\leftarrow$ 
         $nPath = \max(path_{neighbors})$  // maximum link $\leftarrow$ 
        // save  $Path_k^t$  $\leftarrow$ 
         $Path_k^t = nPath$  $\leftarrow$ 
         $Path_{k_{score}}^t = nPath_{score} + score_k^t$  $\leftarrow$ 
         $Path_{k_{count}}^t = nPath_{count} + 1$  $\leftarrow$ 
       $\leftarrow$ 
    return  $Path_k^t$  $\leftarrow$ 
end $\leftarrow$ 

```