

논문 2022-2-24 <http://dx.doi.org/10.29056/jsav.2022.12.24>

클라우드 기반 스트리밍 동영상의 불법유통 판단을 위한 시그니처 정보 생성 방법

유인재*, 이재청*, 박병찬**, 김석윤**, 김영모**†

A Method for Generating Signature Information to Determine Illegal Distribution of Cloud-based Streaming Video

In-Jae Yoo*, Jae-Chung Lee*, Byeong-chan Park**, Seok-Yoon Kim**, Young-Mo Kim**†

요 약

최근 영화 드라마, 웹툰 등의 콘텐츠에 대해 서비스 되는 플랫폼이 다양하게 등장함에 따라 불법으로 콘텐츠를 이용하는 방식이 다운로드 방식에서 스트리밍 방식으로 변화하고 있다. 이러한 저작권 침해범죄는 대부분은 서버가 해외에 있거나, 클라우드 서비스 등을 이용하여 운영서버의 IP를 위장하는 등의 수법을 통해 단속 및 수사를 회피하고 있어 이에 대한 대응방안이 필요하다. 본 논문에서는 불법 유통되는 영상 콘텐츠에 대해 위법 여부를 빠르게 확인할 수 있는 시그니처 정보를 생성하는 방법을 제안한다. 이를 통해 클라우드 기반으로 서비스 되는 불법사이트들을 보다 빠르게 판단하여 차단할 수 있는 장점이 있다.

Abstract

Recently, as various platforms that provide services for contents such as movies, dramas, and webtoons have emerged, the method of illegally using contents is changing from a download method to a streaming method. Most of these copyright infringement crimes avoid law enforcement and investigations through methods such as having servers located abroad or disguising the IP of operating servers using cloud services, etc., so countermeasures are needed. In this paper, we propose a method for generating signature information that can be quickly checked whether the streaming video content is illegal or not. If the proposed method is used, there is an advantage in that illegal sites that are serviced based on the cloud can be judged and blocked more quickly.

한글키워드 : 콘텐츠 전송 네트워크, 시그니처, 메타 데이터, 불법 저작물, 스트리밍 동영상

keywords : Content Delivery Network(CDN), Signature, Meta data, Illegal work, Streaming video

1. 서 론

* 비온드테크

** 숭실대학교

† 교신저자: 김영모(email:ymkim828@ssu.ac.kr)

접수일자: 2022.11.19. 심사완료: 2022.12.06.

게재확정: 2022.12.20.

코로나19 확산 이후 불법 저작물 유통이 증가하고 있다. 불법 복제 데이터 사이트는 2020년 2월의 전 세계 불법 복제 사이트 방문 횟수를 112억 건으로 예측했지만, 코로나19가 본격화된 이후 전 세계적으로 많은 영화관이 문을 닫으면서 불

법 저작물에 대한 수요가 폭발적으로 늘어났다고 분석하였다[1]. 대표적으로 영화 ‘기생충’은 아카데미 수상 후 중국 불법 복제 사이트에서 다운로드가 240% 이상 급증하였다[2]. 이러한 불법 저작물의 유통은 영화 산업 정상화에 큰 걸림돌이 된다는 점에 대해 대책 마련이 시급하다[3]. 영화 불법 저작물 유통은 웹하드나 토렌트를 통하여 다운로드 되어 이용하였으나[4], 최근 페이스북과 유튜브 등을 이용하여 스트리밍 방식으로 이용하고 있다. 영상의 크기 조절, 비율, 반전 효과 등을 통해 각종 플랫폼을 통해 불법 저작물이 유통되고 있다[5]. 비대면 소비가 지속적으로 가속화되고 있어 영화 산업에서 온라인 매출비중이 보다 증가할 것으로 예측됨에 따라 온라인 저작권 보호와 관련된 대책의 중요성도 높아지고 있다[6].

본 논문에서는 스트리밍으로 불법 유통되고 있는 동영상 콘텐츠에 대해 불법유통 여부를 빠르게 확인할 수 있는 시그니처 DB를 구축하여 저작물 유통·서비스 이해 관계자 스스로 통제할 수 있는 새로운 저작권 생태계 구축을 위한 클라우드 기반의 스트리밍 동영상 시그니처 정보 생성 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 스트리밍 동영상의 불법유통 판단을 위한 시그니처 정보 생성 방법에 필요한 기술을 설명한다. 3절에서는 본 논문에서 제안하는 클라우드 기반 스트리밍 동영상 불법유통 판단을 위한 시그니처 정보 생성 방법을 설명하고, 4절에서는 본 논문에서 제안한 방법 검증을 위하여 실험 및 결과를 설명하며, 5절에서 결론으로 마무리 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 SIFT Algorithm

이미지 크기와 회전에 영향을 받지 않는 특징점을 추출하는 알고리즘으로 기본 원리는 서로

다른 두 이미지에서 SIFT 특징을 각각 추출한 후 서로 가장 비슷한 특징점끼리 매칭해주면 두 이미지에서 대응되는 부분을 찾을 수 있다[7]. 또한 다양한 scale에서의 이미지 feature들을 찾는 다음 각 feature에 대해서 그 점들을 설명할 수 있는 방향과 크기 정보를 담은 값들을 그 지점에서 계산한다. 이 방식을 계산한 query image의 feature와 target image의 feature의 거리를 비교하여 매칭한 후 매칭된 점들을 hough transform을 사용하여 inlier와 outlier를 구분해서 정확하게 매칭되도록 한다[8]. 마지막으로 Least mean square로 매칭이 제대로 되었는지 검증한다.

2.2 ORB Algorithm

Oriented FAST detector와 Rotated BRIEF가 합쳐진 이미지 특징점 추출 알고리즘으로 기존에는 높은 성능을 가지지만 128차원의 고차원 벡터를 가지고 있어 연산 속도가 느린 SIFT와 이를 개선하기 위해 상대적으로 낮은 연산 속도를 갖고 있으나 낮은 성능을 가진 SURF 알고리즘이 있었다[9]. 이런 단점을 해결하고자 ORB 알고리즘을 개발함.

2.3 AKAZE

AKAZE 알고리즘은 비선형 필터를 사용하여 노이즈를 제거하고 엣지 영역을 좀 더 부각시킴으로써 Scale-space를 만드는 KAZE 알고리즘의 인식 성능을 보장하면서 고속화한 알고리즘이다. AKAZE에서 비선형 필터를 사용하는 이유는 공간 영역에서 평균 필터가 영상의 고주파 성분들을 훼손시켜 블러링 현상을 발생시키고 중간값 필터는 우수한 잡음제거 특성을 나타내지만 영상에 시각적 오류를 발생시킨다[10]. 이러한 우수한 잡음제거를 위해 비선형 필터를 적용하는 것은 엣지 영역을 부각시켜 알고리즘 계산 속도를 향상시키기 위함이다[11].

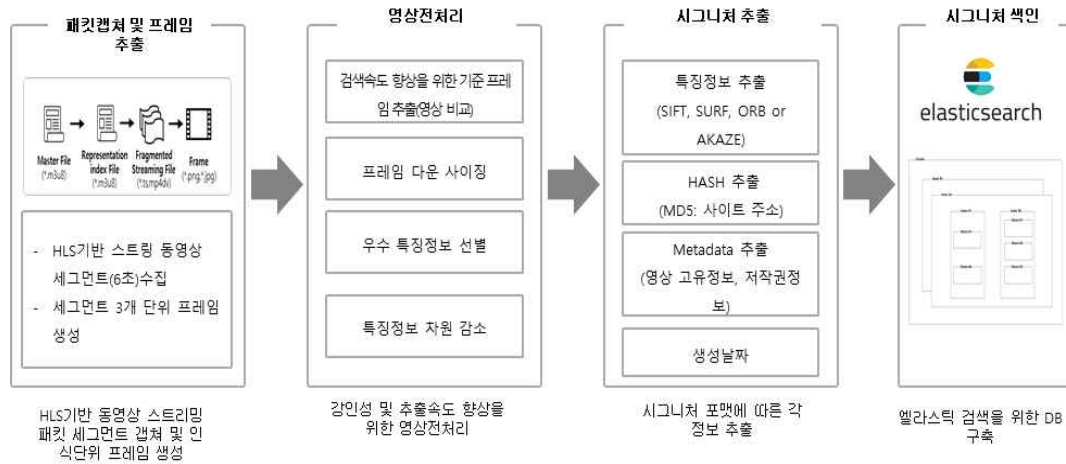


그림 1. 스트리밍 동영상 시그니처 DB 생성과정
Fig. 1. Streaming video signature DB reation process

3. 스트리밍 동영상 시그니처 정보 생성 방법

3.1 클라우드 기반 영상콘텐츠의 불법유통 판단을 위한 시그니처 검색 시스템 개요

본 논문에서 제안하는 클라우드 기반의 불법 저작물 스트리밍 사이트의 위법 여부를 판별하기 위해서는 그림 1과 같은 검증 프로세스를 거친다.

우선 영상에 대한 패킷 및 프레임을 추출한다. 이 과정에서는 HLS기반 동영상 스트리밍 패킷을 세그먼트를 캡처 및 인식단위로 프레임을 생성한다. 세그먼트를 3개단위 프레임을 생성한다. 영상전처리 단계에서는 강인성 및 추출속도 향상을 위한 단계로 검색속도 향상을 위한 기준프레임 추출, 프레임 다운사이징, 우수 특징정보 선별, 특징정보 자원감소단계를 거친다. 시그니처 정보 생성단계에서는 4가지 정보를 추출한다. 구성되는 정보는 영상파일의 고유정보 및 저작권정보, 영상의 HASH 정보, 그리고 영상의 특징정보를 추출한다. 마지막으로 영상을 검색하기 위하여 시그니처 검색을 엘라스틱 서치를 통해 색인한다. 이를 위해 시그니처 DB를 구축한다.

3.2 시그니처 정보 생성

시그니처 정보를 추출하기에 앞서 우선적으로 영상에 대한 전처리를 수행한다. 전처리를 하는 이유는 영상을 보다 정화하고 빠르게 인식하기 위한 것이다. 스트리밍 영상의 프레임을 획득하기 위해서는 클라우드 페어에서 제공하는 HLS 기반으로 추출한다. HLS 기반 스트리밍 동영상 프레임 추출기법은 기존의 캡처 기반 스트리밍 동영상 프레임 추출 방법과 차이가 있으며 그림 2는 HLS 기반과 캡처 기반 동영상 프레임 추출 방법 차이를 보여준다.

전처리 과정에서는 기준 프레임 추출, 프레임 다운사이징, 우수한 특징정보 선별, 특징정보 자원 감소 순으로 처리하며, 그림 3과 같다.

시그니처 생성을 위해 콘텐츠영상의 특징정보, 영상의 HASH 정보, 그리고 영상이 고유정보와 저작권 정보를 추출한다. 파일에 대한 메타데이터는 원본 저작물의 고유 속성인 Metadata를 추출하고 추출된 메타데이터를 시그니처 항목에 포함하며 저작권 정보는 표 1과 같다.



그림 2. HLS 기반 및 캡처 기반 스트리밍 프레임 추출 방법

Fig. 2. HLS-based and capture-based Streaming frame extraction methods



그림 3. 전처리 과정

Fig. 3. HLS-based and capture-based Streaming frame extraction methods

표 1. 영상콘텐츠 메타데이터 정보
Table 1. Video content Metadata Information

구분	항목									
영화	장르	제목	배급사	감독	등급	주연	조연	줄거리	재생시간	개봉일
방송	장르	제목	편성	제작사	연출	등급	주연	줄거리	방영일	종영여부
										총회차

다음은 특징정보를 추출한다. 시그니처 추출 단계에서 스트리밍 동영상의 특징정보를 추출하기 위해 전처리과정을 진행하여 우수한 특징정보를 추출하고 인식율을 향상시킨다. 특징정보의 절대적인 수를 감소시켜 인식 속도를 향상시킨다. 기존 프레임의 추출은 이전 프레임과 현재 프레임을 특징기반으로 비교 분석하여 일치하는 특징정보가 많을 경우 기존 프레임에서 제외하고 변화된 프레임이 많을 경우 기존프레임으로 선정한다. 네 번째 단계는 후처리 단계로 추출한 특징정보를 후처리하는 과정으로 추출한 특징정보 크기가 크기 때문에 특징정보의 차원 감소, 강인성 확보를 위한 특징정보 보정 작업을 하여 속도를 향상시킨다. HASH 값 추출은 MD5와 SHA-1을 이용하여 각각 추출하며, 그림4과 같이 출력된다.

HASH	
MD5	37793C5F1A0D91800B4067813A56A15D
SHA-1	420ED60771803E9D7436F551CABBFA2AF48D2E44

그림 4. HASH 추출
Fig. 4. HASH Extraction

3.3 시그니처 검색을 위한 DB구축

그림 5는 시그니처 저장 및 검증 DB 구조도이며, 시그니처 검색을 위한 DB는 RDBMS와 분산형 RESTful 검색엔진을 이용한다.



그림 5. 시그니처 저장 및 검증 DB 구조도

Fig. 5. Signature Verification DB Structure

RDBMS에는 각 영상의 시그니처 키와 저작권 정보를 저장하고 분산형 RESTful 검색엔진 각각의 영역에 영상전체의 각 세그먼트 단위의 Hash 값, 저작권 정보, 메타데이터, 사이트 유형, 영상의 특징정보를 저장하며, 각 정보는 하나의 시그니처 키로 관리된다.



그림 6. 단계별 시그니처 비교 검색

Fig. 6. Step-by-step signature comparison search

1단계에서 스트리밍 동영상에서 추출된 세그먼트 단위의 영상에서 추출된 HASH 값을 비교 검색하고 2단계에서는 저작권 정보를 어문 유사도 검사 기반으로 비교 검색한다. 3단계에서는 영상의 메타데이터를 추출하여 비교검색한다. 4단계에서 영상을 스트리밍 중인 사이트 유형을 비교 검색하고 최종단계인 5단계에서는 1단계에서 추출된 세그먼트 단위 영상에서 프레임을 추출하고 전처리 과정을 통해 추출된 특징정보 벡터를 비교검색하여 저작물의 불법 침해 여부를

판단한다. 각 단계를 진행하는 과정에서 유효한 시그니처 키를 반환받은 경우 다음 단계의 비교 검색을 중단하고 해당 시그니처 키를 이용하여 RDBMS에 질의하여 검증을 완료한다.

4. 실험 및 검증

본 논문에서 제안하는 클라우드 기반 스트리밍 동영상의 불법유통 판단을 위해 생성한 시그니처 정보를 검증하기 위하여 표 2와 같은 실험 환경을 구축하여 실험하였다.

표 2. 실험 환경

Table 2. Experiment Environment

	설명
CPU	Intel Core i9 12900K
GPU	NVIDIA Geforce RTX 4090
RAM	32GB
OS	Winsodws 10

비교 검증 과정을 위해 다음과 같은 데이터셋을 구축하여 실험하였으며, 표 3과 같다.

표 3. 데이터 셋

Table 3. Data Set

항목		갯수
원본		100개
변경	이미지 삽입	100개
	자막 삽입	100개
	밝기 변환	100개
	화면비율 변형	100개
	해상도 변환	100개
	반전	100개
	흑백 변환	100개
	회전	100개
	프레임비율 감소	100개
총합		1,000개

본 논문에서 제안하는 불법 스트리밍 사이트 판단을 위한 시그니처 DB 검증 과정은 그림 7과 같다.



그림 7. 시그니처 정보 검증 프로세스

Fig. 7. Signature Information Verification Process

- 1단계: Hash 비교 검색
- 2단계: 저작물 정보 비교 검색
- 3단계: 메타데이터 비교 검색
- 4단계: 사이트 유형 비교 검색
- 5단계: 특징정보 비교 검색

각 단계별로 비교 검증하여 한 단계라도 유사하다고 판단되면 불법 스트리밍 사이트라 판단하며, 판단 결과는 그림 8과 같다.

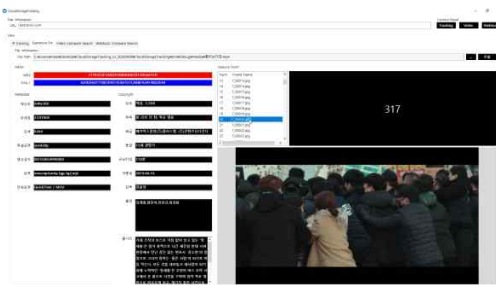


그림 8. 시그니처 정보 검증 결과

Fig. 8. Signature information verification result

스트리밍 영상 콘텐츠 시그니처 정보를 검증하기 위한 실험방법 및 결과는 표 4와 같다.

- 식별률
 - 시험방법: 데이터셋 1,000개를 대상으로 인식률 테스트
 - 결과산출방법: Σ 인식, 오인식, 불인식 개수 / Σ 총 테스트 개수 * 100
- 인식률
 - 시험방법: 인식률 테스트 시 생성되는 정보로 특징점 검색 검색비교 서버에서 특징점 클라이언트로 인식값이 회신되는데 소요되는 시간
 - 결과산출방법: Σ 콘텐츠 추출 및 검색비교 속도 (초) / Σ 콘텐츠 추출 및 검색비교 건수

실험결과로 인식률 88.80%, 인식속도 8.6258초에 결과를 볼 수 있었다

표 4. 실험 결과
Table 4. Experiment Result

구분		데이터셋 수	인식	인식률 (%)	인식속도 (초)
원본		100	97	97%	3.073
변경	이미지 삽입	100	93	93%	6.28
	자막 삽입	100	96	96%	13.514
	밝기 변환	100	92	92%	7.909
	화면비율 변형	100	83	83%	12.811
	해상도 변환	100	88	88%	10.887
	반전	100	85	85%	8.777
	흑백 변환	100	91	91%	6.095
	회전	100	87	87%	12.795
	프레임 비율 감소	100	76	76%	4.117
총계		1000	888	88.80 %	8.6258

5. 결 론

본 논문에서는 클라우드 기반 스트리밍 동영상의 불법 판단을 위해 시그니처 정보를 이용하는 방법을 제안하였다. 시그니처 정보 구성을 위해 영상의 특징정보, HASH 정보, Metadata, 저작권 정보를 제안하였고 이에 정보를 추출하는 방법을 제안하였다. 또한, 시그니처 색인을 엘라스틱서치를 이용하기 위하여 시그니처 DB를 구축하는 방안을 제시하였다. 이렇게 함으로써 기존 수사관이 불법 콘텐츠 유통 사이트를 수사하여 발견된 콘텐츠에 대해 저작권자를 찾아주는 저작권 침해 수사 방식에서 벗어나, 저작물 시그니처 DB는 특별한 지식 없이 누구나 자유롭게 자신의 저작물을 스스로 등록/관리 할 수 있도록 개발함으로써, 저작권자 스스로 자신의 저작물 등록을 통해 자신의 권리를 인정받을 수 있는 새로운 생태계를 구축할 수 있다. 추후 연구로 스트리밍 동영상에 대한 시그니처 디스크립터 생성 및 이에 따른 시그니처 인식 및 검색속도를 증가시키는 연구가 필요하다.

This research project supported by Ministry of Culture, Sport and Tourism(MCST) and Korea Creative Content agency(KOCCA) in 2022(R2022020109)

참 고 문 헌

- [1] S. W. Lee. (2020). "Content industry in the era of COVID-19. NCONTENT, 15(05+06). 10-12. https://www.kocca.kr/n_content/vol15_pop/file/magazine15.pdf
- [2] Korea Creative Content Agency. (2020). Research on webtoon business. KOCCA. 20-24
- [3] Korea Copyright Protection Agency. (2021). (Comprehensive) 2021 Copyright Protection Annual Report
- [4] S. Yoon. (2019). What torrent do 20-year-olds think?. Copyright Protection Reporters. <https://m.blog.naver.com/kcopastory/221661228331>
- [5] W. Jun & Y. D. Kim. A Study on the Search and Seizure of User Information in Cloud Computing Service. Law. 70(3), 155-189. DOI: 10.17007/klaj.2021.70.3.005
- [6] Y. C. Choi & S. J. Kim. (2022). Analysis of site relevance through illegal webtoon site information. Journal of Digital Forensics Society. 16(1). 76-87. DOI : 10.22798/KDFS.2022.16.1.76
- [7] DAVID G. LOWE. (2014). Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints. International Journal of Computer Vision. 60. 91-110, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023/B:VISI.0000029664.99615.94.pdf>.
- [8] Herbert Bay & Tinne Tuytelaars & Luc Van Gool. (2008). SURF: Speeded up robust features. Computer Vision and Image Understanding. 110(3) 346-359. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2007.09.014>
- [9] Y. M. Jeon & H. G. Ji & M. S. Seo & M. S. Pyo & Y. S. Bae. (2019). A Study on the FAST, BRIEF, ORB Features of Image in the field of Surface Defect Inspection. Korea Computer Information Society Winter Conference. (pp. 399-402).
- [10] Shaharyar Ahmed & Khan Tareen & Zahra Saleem. (2018). A Comparative Analysis of SIFT, SURF, KAZE, AKAZE, ORB, and BRISK. 2018 International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8346440>
- [11] Pablo F. Alcantarilla & Jesus Nuevo & Adrien Bartoli. (2013). Fast explicit diffusion for accelerated features in

nonlinear scale spaces. In Proceedings of British Machine Vision Conference, Bristol, United Kingdom. (pp. 13.1-13.11). <http://www.bmva.org/bmvc/2013/Papers/paper0013/paper0013.pdf>

— 저 자 소 개 —



유인재(In-Jae Yoo)

2017.8 고려사이버대학교 소프트웨어공학과 학사
2021.02 숭실대학교 컴퓨터학과 석사
2015.11~현재 (주)비온드테크 수석연구원
<주관심분야> 저작권 보호 및 이용활성화



이재청(Jae-Chung Lee)

1996.02 서울과학기술대학교 전자계산학과 학사
2012.07~현재 (주)비온드테크 이사
<주관심분야> 저작권 보호 및 이용활성화



박병찬(Byeongchan Park)

2015.2 평생교육원 학점은행 졸업
2018.2 숭실대학교 컴퓨터학과 석사
2020.8 숭실대학교 컴퓨터학과 박사수료
<주관심분야> 저작권 보호 및 이용활성화



김석윤(Seok-Yoon Kim)

1980.2 서울대학교 전기공학과 졸업
1990.2 University of Texas at Austin
Dept. of ECE 석사
1993.8 University of Texas at Austin
Dept. of ECE 박사
1982-1987 ETRI 연구원
1993-1995 모토로라(Austin, Tx) 책임 연구원
1995-현재 : 숭실대학교 교수
<주관심분야> 시스템설계방법론, 저작권보호기술



김영모(Youngmo Kim)

2003.2 대전대학교 컴퓨터공학과 졸업
2005.2 대전대학교 컴퓨터공학과 석사
2011.2 대전대학교 컴퓨터공학과 박사
2012-현재 : 숭실대학교 교수
<주관심분야> 저작권 보호 및 이용활성화