

전이학습 기반의 비디오 프레임 오류 감지

김성진
(주)스탠스
sungjin.kim@stans.co.kr

Detection of Bad Frames Using Transfer Learning

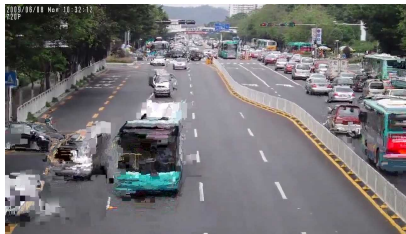
Sung-jin Kim
STANS Inc.

요 약

비디오 프레임 오류는 스트리밍 클라이언트에서 프레임을 표출할 때 정상적인 영상이 아닌 손상된 프레임이 표출되는 현상이다. 프레임 오류가 발생하는 빈도는 높지 않지만 긴급하거나 중요한 상황에서 발생한다면 업무에 지장을 초래할 수도 있으므로 신속한 대처가 중요하다고 할 수 있다. 또한 프레임 오류를 인지하고 해결하기 위해서는 인간의 개입이 불가피하지만 사용자가 24시간 스크린을 모니터링 하는 것은 사실상 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 전이학습을 이용하여 스트리밍 클라이언트에서 비디오 프레임 오류가 발생하는 것을 자동으로 감지하는 모델을 제안한다.

1. 서론

스트리밍 클라이언트에서 입력 영상을 얻기 위한 수단으로는 영상 송출이 가능한 장비를 케이블로 연결하여 영상을 직접 수신하거나 네트워크 프로토콜로 수신하는 방법이 있다. 케이블로 연결하는 방법은 보안성이 우수하지만 확장성이 떨어지고 설치 및 유지보수의 어려움 등으로 인해 네트워크 연결을 통해 수신하는 방법이 보편적으로 사용되고 있다. 스트리밍 클라이언트는 실시간으로 스트리밍되는 영상 패킷을 파싱하여 프레임 정보를 만들고 이를 디코딩한 후 렌더링하는데 그림 1과 같이 손상된 프레임이 표출되는 현상이 발생할 수 있다.



(그림 1) 비디오 프레임 오류가 발생한 사례

스트리밍 클라이언트를 사용하고 있을 때 프레임 오류가 발생하는 빈도는 높지 않다. 하지만 긴급하

거나 중요한 상황에서 발생한다면 업무에 지장을 초래할 뿐 아니라 제품의 신뢰도 나아가 회사의 이미지를 실추시킬 수 있는 사안으로 발전할 수도 있으므로 신속하게 인지하고 대처하는 것이 무엇보다 중요하다고 할 수 있다. 비디오 프레임 오류가 발생하는 원인은 다양하다. 스트리밍 서버가 인코딩하는 과정에서 발생한 오류로 인해 손상된 프레임을 송신할 수도 있고 스트리밍 클라이언트가 디코딩하는 과정에서 오류가 발생할 수도 있다. 또한 일시적인 네트워크 문제로 인해 패킷이 누락되었을 가능성도 있다. 스트리밍 클라이언트에서 이러한 현상이 지속적으로 발생한다면 오류가 발생한 영상을 다시 표출한다거나 원인을 분석하는 등 인간의 개입이 불가피하다. 한편, 사용자가 24시간 실시간으로 스크린을 모니터링 하는 것은 사실상 불가능하므로 프레임 오류가 발생하더라도 즉시 이 사실을 인지하지 못하고 대처가 늦어지는 경우도 있다. 이에 본 논문에서는 전이학습(transfer learning)을 이용하여 비디오 프레임 오류를 자동으로 감지하는 모델을 제안한다.

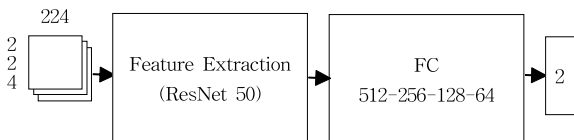
2. 관련 연구

전이학습은 훈련된 모델을 새로운 문제에 재사용하기 위한 기계학습의 기법으로서 소량의 데이터만으로 딥러닝 모델을 훈련할 수 있기 때문에 레이블

이 있는 데이터를 얻기 어려운 상황에서의 문제 해결에 아주 유용하다. 전이학습에서는 미리 훈련된 모델의 지식을 유사한 도메인의 작업에 적용한다. 예를 들어 가방이 포함된 이미지를 분류하는 모델을 훈련한 후 이 모델을 이용하여 안경과 같은 다른 물체에 적용할 수 있다. 전이학습을 통해 하나의 작업에서 훈련된 지식을 활용하여 다른 작업에서 일반화 (generalization)를 향상시킬 수 있는데, 이를 위해 훈련된 신경망의 가중치(weight)를 새로운 작업에 전이한다. 전이학습의 일반적인 아이디어는 대량의 레이블이 있는 데이터를 얻을 수 있는 작업에서 훈련된 모델의 지식을 데이터가 많지 않은 새로운 작업에 이용하는 것이다. 훈련 과정을 완전히 처음부터 시작하기 보다는 유사한 도메인의 훈련된 패턴에서 시작함으로써 빠르게 정확도를 향상시킬 수 있다. 전이학습은 컴퓨터 비전이나 자연어 처리 작업에 많이 이용되고 있다.[1][2]

3. 제안 방법

본 논문에서는 전이 학습을 이용하여 비디오 프레임 오류를 감지하는 모델을 생성한다. 우선 훈련에 필요한 데이터셋을 수집한다. 프레임 오류의 발생 여부는 이미지 분류 모델을 이용하여 판단하므로 훈련에 필요한 데이터는 비디오 프레임 오류가 발생한 이미지 데이터와 정상적인 프레임의 이미지 데이터이다. 이미지 데이터는 스트리밍 클라이언트 프로그램을 사용하여 수집한다. 다음으로 모델을 정의한다. 그림 2와 같이 사전 훈련된 ResNet[3] 50 모델의 특징 추출(feature extraction) 계층을 남기고 나머지를 삭제한 후 완전연결 계층(fully connected layer)을 새롭게 추가하여 모델을 생성한다.



(그림 2) 모델 아키텍처

마지막으로 훈련 데이터셋을 사용하여 모델을 훈련하고 평가한다. 이때 특징 추출 계층의 가중치는 프리징(freezing)하고 새롭게 추가한 계층만을 파인 튜닝(fine tuning)한다.

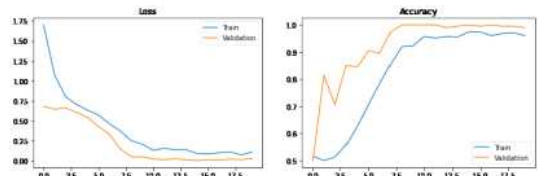
4. 실험 및 결과

스트리밍 클라이언트 프로그램을 사용하여 그림 3과 같이 프레임 오류가 발생한 이미지와 정상적으로 표출된 이미지를 수집하였다.



(그림 3) 데이터셋의 예

이 데이터셋을 훈련, 검증, 그리고 시험 데이터셋으로 분할하고 훈련 데이터셋을 사용하여 모델을 파인 튜닝하였다. 훈련 데이터셋과 검증 데이터셋에 대한 손실과 정확도를 그림 4에 나타내었다.



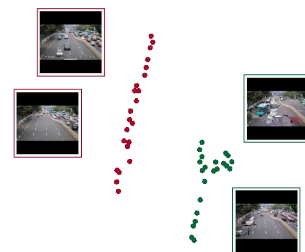
(그림 4) 훈련 결과

시험 데이터셋에 대해 손실과 정확도를 측정하였고 결과를 표 1에 나타내었다.

<표 1> 시험 데이터셋에 대한 결과

손실	0.0403
정확도	98.00%

시험 데이터셋에 대해 특징을 추출하고 이를 사용하여 K-Means 알고리즘으로 클러스터링을 수행한 뒤 그림 5와 같이 t-SNE 알고리즘으로 시각화하였다



(그림 5) K-Means 클러스터링 결과

프레임 오류가 발생한 이미지로 파인튜닝한 모델이 이러한 이미지의 특징을 잘 학습하고 있고 프레임 오류가 발생한 군집과 정상적인 군집을 정확하게 분리하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

5. 결론

본 논문에서는 전이학습을 이용하여 비디오 프레임 오류를 자동으로 감지하는 모델을 제안하였다. 사전 훈련된 ResNet 50 모델의 특징 추출 계층을 남기고 나머지를 삭제한 후 완전연결 계층을 새롭게 추가하여 모델을 생성하고 스트리밍 클라이언트 프로그램으로 수집한 데이터셋을 사용하여 모델을 파인튜닝하였다. 실험을 통해 본 논문에서 제안한 모델이 프레임 오류가 발생한 이미지의 특징을 잘 학습하고 있고 정상적인 프레임과 손상된 프레임을 적절하게 분류하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 프레임 오류를 자동으로 감지함으로써 장애 발생 시 신속한 대처가 가능해지고 사용자의 업무부담을 완화시키는 효과가 기대된다.

참고문헌

- [1] Sharma, Chandeeep, "Transfer Learning and its application in Computer Vision: A Review", 2022.
- [2] Ruder et al., "Transfer Learning in Natural Language Processing", NAACL, 2019.
- [3] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep residual learning for image recognition," in Proc. IEEE Conf. Comp. Vis. Patt. Recogn., 2016, pp. 770 - 778.