

스포츠 중계 스트림에서 효과적인 중간 광고 구간 검출 기법

주현철, 허재호, 배주한, 나태영
에스케이텔레콤

{hc.joo, jaeho.hur, juhan.bae, taeyoung.na}@sk.com

An Effective Detection Method for Station Break in Sports Broadcast Streams

Hyunchul Joo, Jaeho Hur, Juhan Bae, Taeyoung Na
SK Telecom

요 약

본고에서는 스포츠 중계 스트림에서 효과적인 중간 광고 구간 검출 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 중간 광고 구간에서 노출되는 스코어보드 특성을 활용하여 낮은 계산 복잡도로 대략적인 중간 광고 구간을 설정한다. 그리고, 경기 구간과 중간 광고 구간 간 전환 시 묵음이 발생하는 점을 활용하여 중간 광고 구간을 높은 정확도로 보정한다. 실험 결과에서 상용 환경에서의 제안한 기법의 성능을 보인다.

I. 서 론

스포츠 경기들은 경기 중간에 휴식시간을 갖으며, 이를 이용하여 스포츠 경기를 중계하는 방송사들은 중간 광고를 송출한다. 인터넷 포털사이트 또는 통신사들은 방송국으로부터 중간 광고가 포함된 스포츠 중계 스트림을 수신하고, 자사의 서비스로서 활용한다. 인터넷 포털사이트 또는 통신사들은 수익 창출을 위한 자사가 수주한 광고 영상 혹은 자사 서비스 프로모션의 노출 기회로 활용하기 위한 영상으로 방송사의 중간 광고를 대체한다. 이를 위해 중간 광고가 송출되는 시간 구간을 정확하게 검출할 필요가 있으며, 다양한 연구가 진행되어 왔다 [1-2]. [1]에서는 일부 스포츠 경기는 야외에서 이루어지고, 관중들의 응원 등에 의해 경기 구간이 중간 광고 구간에 비해 오디오 신호에 높은 수치의 잡음이 포함되어 있다는 점에 착안하고 있다. 스포츠 중계 스트림에서 오디오 잡음 수치가 경기 구간의 오디오 잡음 수치보다 낮아지는지 여부를 판단하여 중간 광고 구간을 판단한다. 또한, 오디오 잡음 수치가 낮아지기 시작한 지점의 전/후 영상을 서로 비교하여 중간 광고 구간 인식의 정확도를 높이는 방안을 제시하고 있다. 그러나, 스포츠 경기 홍보 등의 중간 광고 소재는 경기 구간과 마찬가지로 관중들의 응원 등이 포함되어 오디오 잡음 수치가 경기 구간의 오디오 잡음 수치와 유사하므로, 이를 구별하기 어려우며, 중간 광고 시작 지점을 정확히 판단할 수 없다. [2]에서는 스코어보드 특성을 활용하여 중간 광고 구간을 검출한다. 통상적으로 중간 광고에서는 각 방송사 별 우상단의 정해진 위치에 (대결 팀 명, 득점 상황, 진행 중인 이닝/쿼터) 등의 정보를 포함하는 스코어보드를 노출한다. 이를 활용하여 우상단의 정해진 위치에 스코어보드가 인식될 경우, 이를 중간 광고 구간으로 판단한다. 그러나, 중간 광고 구간 내내 스코어보드가 노출되는 것은 아니므로, 이와 같은 방식은 정확한 중간 광고 구간을 식별할 수 없다.

II. 제안하는 중간 광고 구간 검출 기법

이번 장에서는 제안하는 중간 광고 구간을 검출하는 기법을 다룬다. 제안하는 기법은 2 단계로 구성된다: (A) 코스 그레인드 (Coarse-grained) 중간 광고 구간 설정

단계 (B) 파인 그레인드 (Fine-grained) 중간 광고 구간 보정 단계. 코스 그레인드 (Coarse-grained) 중간 광고 구간 설정 단계는 중간 광고에서 노출되는 스코어보드 특성을 활용하여 낮은 계산 복잡도로 대략적인 중간 광고 구간을 설정한다. 파인 그레인드 (Fine-grained) 중간 광고 구간 보정 단계는 경기 구간과 중간 광고 구간 간 전환 시 묵음이 발생하는 점을 활용하여 앞선 단계에서 설정한 대략적인 중간 광고 구간을 정밀 보정한다.

(1) 코스 그레인드 중간 광고 구간 설정 단계

제안하는 코스 그레인드 중간 광고 구간 설정 단계에서는 낮은 계산 복잡도로 중간 광고에서의 스코어보드를 인식하여 대략적인 중간 광고 구간을 설정한다. 앞서 설명했듯이, 스포츠 중계 스트림의 중간 광고 내 일부 영상에서 스코어보드를 포함한다. 통상적으로 스코어보드는 중간 광고 영상의 우상단의 정해진 위치에 (대결 팀 명, 득점 상황, 진행 중인 이닝/쿼터) 등의 정보를 포함하는 스코어보드를 노출한다. 수신한 영상에서 광학 문자 인식을 통해 위의 정보를 포함하는 단어들이 검출될 경우, 중간 광고에 해당하는 영상이라고 손쉽게 판단할 수 있다. 그러나, 중간 광고 구간의 스코어보드 유/무를 판별하기 위해 수신한 영상의 전체 해상도 영역에 대해 광학 문자 인식을 수행하는 것과 매 영상 프레임마다 텍스트 탐지를 수행하는 것은 불필요하며, 높은 계산 복잡도를 요구한다. 제안하는 기법은 중간 광고에서 스코어보드가 존재할 만한 관심 영역에 대해서만 광학 문자 인식을 수행하고, 광학 문자 인식 절차 내 텍스트 탐지 단계와 텍스트 인식 단계가 동시 수행되지 않도록 분리하고, 텍스트 탐지 단계에서 검출된 바운딩 박스들을 재사용하여, 동영상 전체의 광학 문자 인식 과정에 필요한 계산량을 감소시킴으로써, 중간 광고 검출의 성능을 향상시킬 수 있다. 세부적인 절차는 하기와 같다.

절차 1: (바운딩 박스 저장소 = null, 대략적인 중간 광고 시작 지점 = null, 대략적인 중간 광고 종료 지점 = null)로 초기 변수 값을 설정한다.

절차 2: 스포츠 중계 스트림의 영상 입수 시, 해당 방송사의 스코어보드가 포함될 관심 영역을 크롭핑하고, 전처리 단계를 수행한다.

절차 3: 바운딩 박스 저장소 = null 일 경우, 절차 4 로 진행한다. 그렇지 않을 경우, 절차 5 로 진행한다.

절차 4: 관심 영역에 대해 텍스트 탐지 단계를 수행한다. 바운딩 박스들이 검출될 경우 바운딩 박스 저장소에 검출된 바운딩 박스들을 저장한다. 그리고, 절차 2 로 되돌아간다.

절차 5: 바운딩 박스 저장소에 기 저장된 바운딩 박스들에 대해 텍스트 인식 단계 및 후처리 단계를 수행한다.

절차 6: 절차 5 의 인식 결과 내 (대결 팀 명, 득점 상황, 진행 중인 이닝/쿼터) 등의 정보를 포함하고 있으면, 중간 광고 구간 내 스코어보드로 판단하고, 절차 7 로 진행한다. 그렇지 않을 경우, 바운딩 박스 저장소를 null 로 설정하고, 절차 8 로 진행한다.

절차 7: 대략적인 중간 광고 시작 지점이 null 일 경우, 이를 입수 영상의 시간 정보로 설정한다. 이 때, 영상의 시간 정보로는 PTS (Presentation Time Stamp)를 활용할 수 있다. 대략적인 중간 광고 시작 지점이 이미 설정되어 있다면, 입력 영상이 중간 광고 구간 중의 영상이라고 판단한다. 그리고, 절차 2 로 되돌아간다.

절차 8: 대략적인 중간 광고 시작 지점이 null 일 경우, 입수 영상이 중간 광고 구간 중의 영상이 아니라고 판단하여 절차 2 로 되돌아간다. 그렇지 않을 경우, 대략적인 중간 광고 종료 지점을 입수 영상의 시간 정보로 설정한다. 이 시점에서 대략적인 중간 광고 구간이 식별된다. 즉, 대략적인 중간 광고 시작 지점은 중간 광고에서 스코어보드가 노출되는 시점의 영상의 PTS 로 설정되며, 대략적인 중간 광고 종료 지점은 중간 광고에서 스코어보드가 소멸되는 시점의 영상의 PTS 로 설정된다. 추후, 다음 번 중간 광고 구간 재탐색을 위해 대략적인 중간 광고 시작 지점 및 대략적인 중간 광고 종료 지점을 null 로 초기화하고, 절차 2 로 되돌아간다.

(2) 파인 그레인드 중간 광고 구간 보정 단계

제안하는 파인 그레인드 중간 광고 구간 보정 단계에서는 경기 구간과 중간 광고 구간 간 전환 시 목음이 발생하는 점을 활용하여 앞선 단계에서 설정한 대략적인 중간 광고 구간을 높은 정확도로 보정한다. 통상적으로 스포츠 중계 스트림에서 측정된 순간 음량 (Momentary Loudness)이 기 정의된 Loudness 임계값 (-70 LUFs) 보다 낮다면 목음으로 판단한다. 스포츠 중계 스트림에서 경기 구간과 중간 광고 간 전환 시, 스위치의 입력 소스 변경으로 인해 목음 구간이 발생한다. 또한, 경기 구간 내 사전 준비된 영상 (예를 들어, 하이라이트 영상, 선수 인터뷰 등)으로 전환 및 중간 광고 내 광고 소재 전환 시에도 목음은 검출될 수 있으므로, 경기 구간과 중간 광고 구간 간 전환 시에 발생하는 목음과 구별할 필요가 있다. 이를 위해 제안하는 기법은 앞선 단계에서 설정된 대략적인 중간 광고 구간 기준 전/후 시간적으로 가장 가까운 목음 검출을 통해 중간 광고 구간을 보정하여 정확성을 높인다. 즉, 중간 광고 구간 내 스코어보드 노출/소멸 시점에서 가장 인접한 전/후 목음 시점은 중간 광고 구간 시작/종료 지점 상에 발생하는 목음이며, 경기 구간 내 발생하는 목음들과는 시간 축에서 구별될 수 있다. 자세히 설명하자면, 앞선 단계에서 설정된 대략적인 중간 광고 시작 지점 이전의 목음 구간 중 시간적으로 가장 인접한 목음 구간을 중간 광고 구간의 시작 지점으로 재조정한다. 또한, 앞선 단계에서 설정된 대략적인 중간 광고 종료 지점 이후의 목음 구간 중, 시간적으로 가장 인접한 목음 구간을 중간 광고 구간의 종료 지점으로 재조정한다.

III. 실험 결과

이번 장에서는 제안하는 기법을 이용한 시스템의 성능을 보인다. 실험 환경은 다음과 같이 구축되었다. 중간 광고 교체 서버의 UDP 소스 모듈은 IPTV 헤드엔드로부터 IP 멀티캐스트 방식으로 스포츠 중계 스트림을 수신하며, 제안하는 중간 광고 검출 모듈을 통해 중간 광고 구간을 식별하고, 이를 중간 광고 교체 모듈에 알린다. 그리고, 중간 광고 교체 모듈은 방송사의 중간 광고를 기 저장된 광고 소재로 대체하여 UDP 싱크 모듈을 통해 트랜스코더로 전달하며, 트랜스코더는 HLS (HTTP Live Streaming) 포맷으로 트랜스코딩하고, 이를 플레이어에게 서비스한다.

우선, (CPU: Intel(R) Xeon(R) Platinum 8260 CPU @ 2.30GHz & 2 GPU: A6000 & Memory: 188 Gbytes) 하드웨어 사양의 중간 광고 교체 서버에서 자원 사용량을 측정하였다. 대상 경기 종목은 야구 스포츠이며, 4 개 중계 채널을 동시 서비스하였다. 표 1 에서 볼 수 있듯이, 제안하는 중간 광고 검출 기법을 통해 광고 교체 서비스를 제공하더라도 매우 낮은 자원 사용량을 보여주고 있다. 이는 제안하는 기법이 광학 문자 인식 과정에 필요한 전반적인 계산량을 감소시킬 수 있음을 의미한다.

[표 1] 중간 광고 교체 서버에서 자원 사용량

CPU 사용률	3 ~ 4 %
메인 메모리 사용률	2.0 ~ 2.4 %
E2E 지연	30 ~ 100 msec
GPU 사용률	7 ~ 25 %
GPU 메모리 사용률	2 ~ 4 %

또한, 단순 스코어보드 특성만을 활용하여 중간 광고 구간을 검출하는 [2]와의 검출 정확도를 비교하고자 한다. 제안하는 기법은 높은 정밀도로 중간 광고 구간을 식별할 수 있으므로, 방송국에서 제공된 중간 광고 소재들을 온전히 대체할 수 있었다. 반면, [2]에서는 중간 광고에서 첫 번째 대체 소재가 재생되기 전 및 마지막 대체 소재가 재생된 후에 방송사에서 제공한 광고 소재가 각각 1.9 ~ 3.2 초 및 6.6 ~ 13.4 초 노출되었다.

IV. 결론

본고에서는 코스 그레인드 중간 광고 구간 설정 단계와 파인 그레인드 중간 광고 구간 보정 단계로 구성된 스포츠 중계 스트림에서 중간 광고 구간 검출 기법을 제안하였다. 제안하는 기법은 중간 광고 구간에서 노출되는 스코어보드 특성 및 경기 구간과 중간 광고 구간 간 전환 시 목음이 발생하는 점을 활용하여 중간 광고 구간을 검출한다. 실험에서 제안하는 기법은 낮은 계산 복잡도로 높은 정밀도의 중간 광고 구간을 검출할 수 있음을 입증하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2024 년도 문화체육관광연구개발사업으로 수행되었음 (과제명: 전통예술 가무악의 융복합 공연제작 활성화를 위한 융복합 공연 기획/제작 플랫폼 기술 개발, 과제번호: RS-2024-00398536, 기여율: 100%)

참고 문헌

- [1] Pandora TV Co., "Method for changing advertisement in broadcasting", Korea Patent 10-2013-0123037, filed Oct. 16 2013, and issued Dec. 4 2014.
- [2] "SKTelecom A.TV Baseball", 2022.