

스포츠 경기를 위한 두 단계 실시간 하이라이트 색인 기법

김명훈*, 김혁만**
국민대학교 전산과학과
e-mail : {mhkim*,hmkim**}@cs.kookmin.ac.kr

Two step real-time highlight indexing for sport game

Myounghoon Kim*, Hyeokman Kim*
*Dept. of Computer Science, Kookmin University

요 약

디지털 방송 환경에서 메타데이터 서비스가 가장 주목 받고 있는 기술 중 하나이다. 그리고 콘텐츠의 주요 장면만을 나타내는 하이라이트 메타데이터 서비스가 가장 혁신적이다. 계층 구조화된 하이라이트 메타데이터는 시청자가 다양한 관점(viewpoint)에서 방송을 시청할 수 있으며, 스포츠 경기의 하이라이트 장면만 선택적으로 볼 수 있는 서비스를 제공 한다. 하이라이트 메타데이터 서비스를 제공 하기 위해서는 실시간 하이라이트 메타데이터를 생성 하는 기법이 필요하다. 본 논문에서는 실시간 하이라이트 메타 데이터를 생성할 수 있는 두 가지 색인 단계를 정의하고, 시청자의 STB(Set-top Box) 저장된 디지털 스트림과 방송시간과의 동기화 방법을 제안한다. 그리고 하이라이트 정보를 MPEG-7 표준 스키마의 xml 로 서술방법을 제안한다.

1. 서론

최근 들어 디지털 TV 방송이 본격화되면서, 하드 디스크를 내장한 DVR(digital video recorder)를 갖는 STB 가 TV 의 한 구성 품으로 자리잡고, 이에 따른 새로운 방송 서비스의 출현이 가능 하게 되었다.

시청자들은 이 새로운 가전기기를 이용하여 방송 프로그램을 MPEG-2 와 같은 디지털 비디오 압축방식으로 DVR 의 내부 저장소에 저장할 수 있게 되었고, 이러한 DVR 기능을 통하여 시청자가 원하는 방송 프로그램을 원하는 시간에 시청 할 수 있게 되었다. 시청자들은 재래의 VCR(video cassette recorder)에서 제공하는 “빨리 감기” 또는 “되감기” 기능을 반복하면서 순차적으로 특정 부분을 찾는 것 외에도 방송 프로그램을 디지털로 녹화 함으로써 프로그램의 임의 지점을 직접 접근하여 찾을 수 있게 되었다. 따라서 녹화한 프로그램에 대한 세그먼트 정보가(메타데이터) 주어진다면 시청자는 녹화한 프로그램에서 원하는 부분을 임의로 선택하여 시청할 수 있다.

시청자들이 스포츠 경기를 (예약)녹화하여 일정 시간 후에 다시 볼 때에는 이미 결과를 아는 경우가 많다. 따라서 일반적으로 전 게임을 다시 보기 보다는 하이라이트만을 골라 보고자 하는 욕구가 강하다. 그리고 생방송 스포츠 경기의 경우, 경기가 진행되는 동안 좋아하는 선수의 경기 장면뿐만 아니라 하이라이트 장면만을 선택적으로 보기 원할 수도 있다. 하이라이트 메타데이터 서비스는 녹화한 프로그램의 임의의 지점의 하이라이트를 선택적으로 시청 할 수도 있다.

하이라이트 메타데이터 서비스를 제공하려면, 무엇보다도 선결해야 하는 기술적 과제가 실시간으로 하이라이트 메타데이터 생성 기법을 필요하다. 기존 연구의 신호 분석을 통한 하이라이트를 자동으로 검출하는 것은 가능하지만 검출 오류가 많이 나타난다[1]. 따라서 내용적으로 의미 있고 실질적으로 사용 가능한 하이라이트를 얻기 위해서는 아직 끼시는 사용자의 개입이나 조작이 필요하다.

본 논문에서는 사용자의 수작업과 두 단계의 색인 과정을 통해 검증된 하이라이트 메타데이터를 실시간 생성할 수 있는 메타데이터 생성 기법과, “실시간”, “정확한 시맨틱”, “경기 중목에 무관”이라는 세 가지 요구조건을 다 만족하기 위한 접근법을 정의 한다.

이 논문은 2003 년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (KRF-2003-003-D00348)

2. 실시간 하이라이트 색인 시스템

2.1 간략한(coarse) 색인 단계

간략한 색인 단계에서는 시청자들이 주목하는 하이라이트를 획득 하기 위해 하이라이트 이벤트(highlight event)와 하이라이트 객체(highlight object)들의 시간 구간(temporal segment)을 찾고, 하이라이트 내용을 설명하는 간단한 주제어, 즉 하이라이트 주제어를 부가 하는 것이다.

기존의 방법들은 하이라이트들이 연속적으로 발생할 경우 새로운 하이라이트의 주제어를 입력하고 세부적인 내용을 기술하는데 시간을 많이 소비하여 다음에 발생하는 이벤트를 놓칠 가능성이 있다.

본 논문에서 정의한 하이라이트 표시기는 미리 정의된 주제어들을 갖는 하이라이트 템플릿(highlight template)을 사용한다. 사용자는 실시간으로 방송되는 비디오를 보면서 하이라이트가 발생하면, 템플릿에서 해당되는 주제어를 선택하여 단순히 마우스 클릭만 함으로써 주제어를 부가할 수 있고, 하이라이트의 시간구간을 빠르게 표시(marking) 할 수 있다. 하이라이트 이벤트 템플릿은 특정 경기 중목에서 하이라이트 이벤트로 분류 할 수 있는 여러 가지 이벤트들의 주제어들이 계층적 구조로 정리되어 있다. 또한 객체 템플릿은 경기에 참가하는 선수와 감독의 이름이 나열되어 있다.

예를 들면 스포츠 경기인 축구에서의 하이라이트 이벤트 템플릿은 주제어에 따라 몇 개의 범주로 그룹 지을 수 있다. 그림 3 에서 범주 Shooting 은 Goal, Target on Goal, Shoot 등과 같은 주요 장면을 나타내는 주제어를 포함하고, 특수 이벤트 템플릿은 Replay, Slow motion, Other stadium 을 포함한다. 두 개의 객체 템플릿은 각 팀의 선수 이름을 주제어로 갖는다.

그림 1 은 본 논문에서 구현한 하이라이트 템플릿을 이용해 수작업으로 하이라이트를 획득하는 기능을 제공하는 하이라이트 표시기이다. 하이라이트 표시기는 하이라이트 이벤트 주제 목록 (List of Highlight Event Themes), 하이라이트 객체 주제 목록 (List of Highlight Object Themes), 획득된 하이라이트 목록 (List of Captured Highlights)으로 구성되어 있다. 선택된 템플릿 내에 분류된 하이라이트 이벤트 주제어들과 객체 주제어들은 각각 하이라이트 이벤트 주제 목록과 객체 주제 목록에 나타난다. 또 사용자에게 의해 획득된 모든 하이라이트는 획득된 하이라이트 목록에 나타난다.

사용자는 방송을 시청 하면서 하이라이트가 발생하면 표시시작(mark-in) 버튼을 클릭하고 그림 3 에서 적절한 주제어를 선택한다. 그리고 하이라이트가 끝나면 표시종료(mark-out) 버튼을 클릭한다. 그림 2 는 하이라이트 표시기의 획득된 하이라이트 목록을 나타낸다. 획득된 하이라이트 인스턴스는 다섯 개의 데이터 필드로 구성된다. 획득된 하이라이트가 주색인기에 보내 졌는지를 나타내는 지시자, 하이라이트를 획득한 시간을 기술하기 위하여 하이라이트의 표시기의 시스템 시간으로 표현된 표시시작점(mark_in point)을 위한

필드와 표시종료점(mark_out point)을 위한 필드, 그리고 하이라이트들에 포함되는 하이라이트 이벤트들과 객체들의 형태를 간단히 기술하기 위한 하이라이트 주제 필드로 구성 된다.

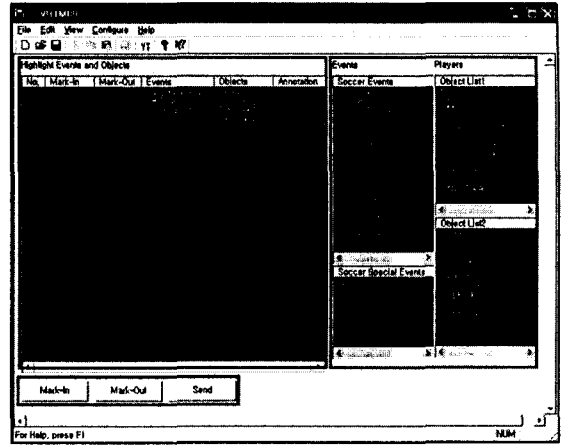


그림 1 하이라이트 표시기

Highlight Events and Objects

No.	Mark-In	Mark-Out	Events	Objects	Annotation
11			Target on Goal	WEFC	
			Off side	[LEE WJ]	
			Out of play	[LEE WJ]	
			Goal	[LEE WJ]	

그림 2 획득된 하이라이트 목록



그림 3 하이라이트 이벤트/객체 목록

하이라이트 표시기는 주색인기가 실행 중인 주컴퓨터나 주컴퓨터와 컴퓨터망을 통해 연결된 다른 컴퓨터에서 실행된다. 따라서, 몇 개의 하이라이트 표시기라도 주색인기에 연결될 수 있어 동시에 공동 작업을 할 수 있다. 방송 프로그램을 보여주는 TV 와 넷

워크에 연결된 컴퓨터를 가진 어떠한 사람도 간단하고 이해하기 쉬운 GUI를 통하여 하이라이트 표시기를 쉽게 조작할 수 있다.

2.2 정교한 색인 단계

하이라이트 표시기에서 전송된 하이라이트의 시간 구간(temporal segment)은 일반적으로 복수개의 연속된 샷(shot)으로 구성된다. 샷은 비디오 편집의 기초 단위로서, 이의 자동 검출을 위한 많은 연구가 이루어졌다. 본 논문에서는 시각율동(visual rhythm)을 이용한 샷 경계 검출 알고리즘[2,3]을 사용한다. 시각 율동은 3 차원 비디오의 전체 프레임들을 한 장의 2 차원 이미지로 요약한 가느다란 이미지 띠(image stripe)이다. 띠에는 각종 편집효과가 명백히 표현되어 샷 검출에 이용될 뿐만 아니라, 검출 결과를 검증하는데 유용하게 사용될 수 있고, 샷 경계 검출은 하이라이트 구간을 결정하는데 있어서 매우 중요한 기준을 제공한다.

그림 4에서 (A)와 (B)는 하이라이트 표시기에서 전송된 하이라이트의 표시시작점과 표시종료점을 시각율동에 표시한 것이다. 하이라이트의 표시시작점/종료점은 실제 하이라이트의 시작점과 종료점 보다 약간 늦게 나타난다. 따라서 수작업을 통해서 정확한 하이라이트의 시작점과 종료점의 결정 할 필요가 있다. 타임라인(timeline)은 하이라이트의 시간 구간을 수작업으로 쉽게 변경 가능하게 하는 기능을 제공한다. 이때 사용되는 타임라인은 시간 순서만을 보여주는 단순한 것으로는 실시간 작업이 매우 힘들다. 왜냐하면 타임라인 상에 표시되는 하이라이트 표시시작점/종료점과 검출된 샷경계만으로 하이라이트 구간으로 판단할 수는 없기 때문이다. 이런 경우에는 해당 구간을 재생(playback)하는 추가의 시간이 더 필요할 것이다. 따라서 타임라인의 표시는 비디오의 내용이 시작적으로 요약된 것이어야 한다. 즉 시각적 타임라인을 사용해야지만 해당 구간을 재생해보지 않고도 해당 구간이 하이라이트 인지 아닌지를 판단 할 수 있다.

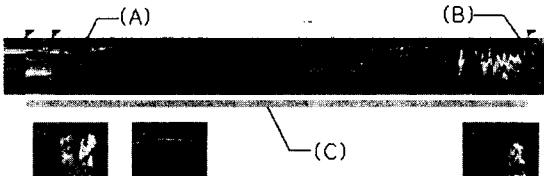


그림 4 하이라이트 구간을 표시한 시각율동과 키프레임 목록

타임라인에 표시된 각각의 하이라이트 표시시작점/종료점은 마우스 드래그와 샷경계를 이용해 하이라이트의 시작점과 종료점을 결정하고, 키프레임으로 불리는 하나의 대표 이미지 보면서 사용자는 각각에 대하여 설명을 넣을 수도 있고 혹은 그에 대응되는 비디오 세그먼트를 재생할 수도 있다. 그림 4에서 (C)는 사용자가 수작업으로 하이라이트 구간을 변경한 구간을 표시한 것이다. 그리고 새로운 하이라이트에 대한 부가적인 설명을 만든 후 하이라이트 템플릿들을 이용

해 생성한 하이라이트 계층구조에 획득된 하이라이트의 주제에 따라 미리 정해진 적절한 위치에 하이라이트를 삽입한다.

그림 5는 선택된 하이라이트 템플릿을 계층 구조로 나타낸 것이다. 하이라이트 계층구조는 하이라이트 템플릿 내의 범주화된 하이라이트 주제들의 목록에 따라 자동적으로 하이라이트 계층을 구성한다. 이때 범주화된 하이라이트 주제들의 목록에서 하이라이트 주제들 혹은 하이라이트 주제 범주(category)/부범주(subcategory)들은 색인화 과정 전에 미리 준비되거나 혹은 색인화가 진행되는 도중에 동적으로 목록에 추가될 수 있다.

하이라이트 계층 구조의 주제어 노드는 해당 주제어가 부가된 하이라이트 인스턴스(highlight instance) 노드를 자식으로 가지며, 자식 노드들은 하이라이트의 시작 시간을 기준으로 정렬된다. 예를 들어 획득된 하이라이트의 주제어가 "Goal", "LEE YP" 이면 새로운 하이라이트 인스턴스 노드는 이벤트 주제어가 "Goal"인 노드와 객체 주제어가 "LEE YP"인 노드의 자식이 된다. 단말 노드(leaf node)는 하이라이트 인스턴스 노드이며 내부 노드(non-leaf node)는 단말 노드들이 속하는 하이라이트 이벤트 또는 객체를 나타낸다. 하이라이트의 계층 구조는 중요한 이벤트, 그 이벤트에 관련된 선수, 그리고 중요한 순간의 슬로우 모션, 멋진 장면 리플레이 등과 같은 내용을 빠르고 간결하게 다양한 관점으로 볼 수 있게 해준다. 그리고 모든 하이라이트 인스턴스 노드는 하이라이트 획득 시간 순서에 따라 특별한 "Highlight Collections" 노드의 자식이 된다.

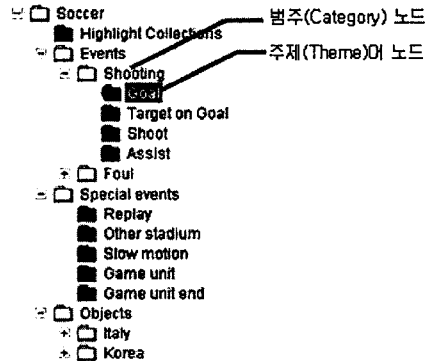


그림 5 하이라이트 계층 구조

3. 하이라이트 표시기로 표시된 시간과 주색인기에 저장된 디지털 스트림의 동기화

하이라이트 표시기와 주색인기의 동기화는 하이라이트 표시기로부터 메시지를 전달 받은 주색인기가 시간 오프셋을 가감 해서 메시지에 포함되어 전달된 하이라이트 표시기의 시스템 시간을 방송시간과 동기화 하여 주색인기의 시스템 시간으로 교정할 수 있다. 시간 차이 값은 메시지에 포함된 하이라이트 표시기의 시스템 시간과 주색인기의 현재시간으로부터 계산

된다. 여기서 간략히 설명하기 위하여 하이라이트 표시기의 시스템 시간은 주색인기 시스템 시간과 동기화 되어 있다고 가정한다.

획득한 하이라이트의 시간 정보를 주색인기에서 수작업으로 조정하여 정교한 색인을 하기 위해서, 파일 형태로 저장된 비디오 스트림에 대한 해당 위치의 미디어시간을 얻는 것이 중요하다. 이 시간은 하이라이트 시작표시점(mark_in point_s)에 대응하는, 저장된 파일 내의 위치를 미디어 시간으로 표현된 표시시작점(mark_in point_m)이라고 한다. 주색인기는 방송 스트림을 직접 다루지 않고 자신의 내부 저장소에 저장된 디지털 비디오 스트림을 다루기 때문에, mark_in point_s 값은 대응되는 mark_in point_m 값으로 변환되어야 한다. 뿐만 아니라 mark_in point_m 값을 정확하게 교정한 후에, 역으로 교정된 mark_in point_m에 해당하는 방송을 얻는 것 또한 매우 중요하다. 왜냐하면 메타데이터 내의 모든 시간 정보는 방송시간에 따라 표현되기 때문이다. 그림 6은 하이라이트 표시기와 주색인기의 시스템 시간과 저장된 디지털 스트림에서의 대응되는 미디어 시간과의 차이에 대한 관계를 나타낸 것이다.

reference_point_s와 이에 해당하는 reference_point_m을 이용하면 저장된 비디오 스트림에 대한 미디어시간 또는 프레임 오프셋 값을 하이라이트 표시기의 대응하는 시스템 시간으로부터 얻을 수 있으며, 그 반대의 경우도 마찬가지이다. 예를 들어, mark_in point_s가 주어지면 그에 해당하는 mark_in point_m은 다음 식에 의해 얻어진다.

$$\text{mark_in_point}_m = \text{reference_point}_m + (\text{mark_in_point}_s - \text{reference_point}_s)$$

마찬가지로, mark_in point_m이 주어지면 그에 해당하는 mark_in point_s도 역시 다음 식에 의해 얻어진다.

$$\text{mark_in_point}_s = \text{reference_point}_s + (\text{mark_in_point}_m - \text{reference_point}_m)$$

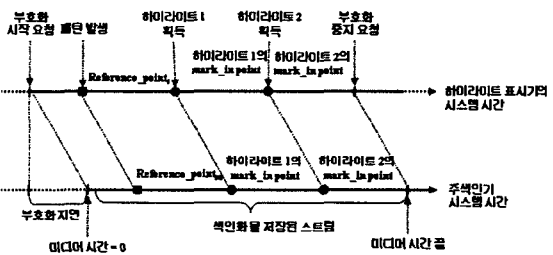


그림 6 하이라이트 표시기 시스템 시간과 주색인기의 시스템 시간 및 저장된 디지털 스트림의 해당 시간 사이의 관계

4. MPEG-7을 이용한 하이라이트 정보 표현

획득한 하이라이트는 MPEG-7의 SummarySegment Group DS를 이용해 표현한다. 이 DS의 정의에 따르면 각각의 하이라이트를 SummarySegment DS만으로 표현하거나, SummarySegmentGroup DS에 SummarySegment DS를 내포시킬 수 있다. 후자의 경우에는 시간 정보뿐만 아니라 브라우저 시에 유용하게 사용될 수 있는 자막, 대표화면의 개수 등 추가적인 정보

를 더 기술 할 수 있다. 여기서는 후자의 방법을 사용한다. 표 1은 "LEE YP"에 의한 "Goal" 하이라이트의 기술 예를 나타낸 것이다. 그림에서 애트리뷰트 themeIDs에는 "LEE YP"과 "Goal" 두 개의 주제어에 해당하는 아이디가 할당되어 있으며, 이 하이라이트는 방송시간 17시 11분 14초부터 19초 동안의 비디오 구간 임을 알 수 있다.

```
<SummarySegmentGroup themeIDs="EVT.Scoring.Goal
OBJ.KOR.LEE YP">
  <Name>Touchdown, Norton</Name>
  <SummarySegment>
    <KeyVideoClip>
      <MediaTime>
        <MediaTimePoint>T17:11:14:3243223
      </MediaTimePoint>
      <MediaDuration>PT19S32423409N
      </MediaDuration>
    </MediaTime>
  </KeyVideoClip>
</SummarySegment>
<KeyFrame>
  <MediaUri>
    <MediaTimePoint> T14:04:54:3243223
  </MediaTimePoint>
</KeyFrame>
</SummarySegment>
```

표 1 MPEG-7을 이용한 하이라이트 세그먼트의 기술

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서 정의한 실시간 하이라이트 색인 기법은 시청자에게 새로운 서비스를 제공하며, 기존 연구의 한계점을 극복할 수 있다. 실시간으로 생성된 메타데이터는 각 시청자의 STB로 전송되며, 하이라이트 브라우저가(hilightr browser)가 설치된 STB는 하이라이트 메타데이터의 내용을 TV 스크린에 디스플레이 하고, 시청자는 특정 하이라이트나 혹은 하이라이트 전체를 볼 수 있다. 하이라이트 메타데이터 서비스는 시청자들이 좋아하는 선수의 경기뿐만 아니라 하이라이트 이벤트를 다양한 관점에서 볼 수 있다. 앞으로 자동화된 알고리즘의 성능이 향상된다면, 본 논문에서 제안한 사용자가 개입되는 색인 과정은 최소화될 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] Y. Gong, L.T. Sin, C.H. Chuan, H. Zhang, and M. Sakauchi, "Automatic parsing of TV soccer programs", In Proc. of IEEE Int'l Conf. on Multimedia Computing and Systems, pp.167-174, May 1995.
 [2] H. Kim, et al., "Visual rhythm and shot verification", Multimedia Tools and Applications, Kluwer Academic Publishers, Vol.15, No.3, pp.227-245, December 2001.
 [3] H. Kim, et al., "A scene boundary detection method", In Proc. of the IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) 2000, Vancouver, Canada, pp.933-936, September 2000.
 [4] ISO/IEC 15938-5, "MPEG-7 Part 5: Multimedia description scheme(MDS)", Oct. 2001