

# 축구 경기의 실시간 하이라이트 색인기법

김명훈<sup>o</sup> 김혁만

국민대학교 전산학과와 멀티미디어 데이터베이스 연구실  
{mhkim<sup>o</sup>, hmkim}@cs.kookmin.ac.kr

## Real-time highlight indexing of live broadcast soccer game

Myounghoon Kim<sup>o</sup> Hyeokman Kim

Multimedia Database Lab., Dept. of Computer Science, Kookmin University

### 요 약

디지털 방송 환경의 메타데이터 서비스 중에서도 가장 핵심적인 것이 하이라이트(highlight) 메타데이터 서비스이다. 하이라이트 메타데이터를 생성하기 위해서 시각울동을 이용한 샷경계 검출 알고리즘을 사용해 스포츠 경기의 하이라이트 시간구간을 결정하고, 하이라이트 표시기에서 하이라이트를 설명하는 간단한 주제를 부가한다. 그리고 하이라이트 템플릿을 이용해 계층구조를 생성하고 하이라이트에 부가된 하이라이트 주제어에 따라 계층 구조의 적절한 위치에 삽입하고, 하이라이트 계층구조는 MPEG-7 표준 스키마에 따라 xml로 서술한다. 하이라이트 메타데이터 서비스를 받는 시청자들은 매우 짧은 시간에 이미 방영된 스포츠 경기의 중요 장면들을 모두 볼 수 있다.

### 1. 서론

현재 방송 기술이 아날로그에서 디지털로 전환되는 것은 단지 화질의 향상만을 의미하는 것이 아니라, 기존에 접하지 못했던 새로운 방송 서비스의 출현이 가능하게 됨을 의미한다. 그 중에서도 메타데이터 서비스는 새로운 디지털 방송 서비스로 가장 주목 받고 있는 기술 중의 하나이다. 메타데이터는 방송 편성표 즉 EPG (Electronic Program Guide), 방송 콘텐츠의 내용을 요약하는 비디오 TOC (Video Table of Contents), 방송 콘텐츠의 주요 장면들만을 나타내는 하이라이트(highlight) 정보 등을 제공한다. 메타데이터 서비스 중에서도 핵심적인 것이 하이라이트 메타데이터 서비스이다. 특히 스포츠 게임의 경우, 이미 방송된 경기를 하드디스크가 내장된 셋톱박스인 PVR(personal video recorder)에 (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.

하이라이트 메타데이터 서비스를 제공하려면, 무엇보다도 선결해야 하는 기술적 과제가 실시간으로 하이라이트 메타데이터를 생성하는 기법이다. 기존의 하이라이트를 자동적으로 검출하는 기법의 문제점은 하이라이트라는 개념 자체가 비디오의 신호분석만으로 검출하기 어렵다는 것이다[1]. 실시간에 의미적으로 완벽한 하이라이트 메타데이터를 생성하기 위해서는, 비디오의 신호 분석 기법과 함께 사람의 시선택이 쉽게 적용되어 검증된 결과를 만들 수 있는 새로운 기법이 필요하다. 본 논문에서는 자동화된 알고리즘과 사용자의 수작업이 조화를 이루어, 검증된 하이라이트 메타데이터를 실시간에 생성할 수 있는 준자동(semi-automatic) 하이라이트 메타데이터 생성 기법을 제안 한다.

### 2. 하이라이트 색인 시스템

#### 2.1 하이라이트의 획득 기법

하이라이트 획득(capturing)에서 가장 중요한 것은 시청자들이 특히 주목하는 하이라이트 이벤트(highlight event)와 하이라이트 객체(highlight object)들의 시간 구간(temporal segment)을 찾는 것이다. 이 구간은 일반적으로 복수개의 연속된 샷(shot)으로 구성된다. 샷은 비디오 편집의 기초 단위로서, 이의 자동 검출을 위한 많은 연구가 이루어졌다. 본 논문에서는 시각울동(visual rhythm)을 이용한 샷 경계 검출 알고리즘[2,3]을 사용한다. 시각 울동은 3차원 비디오의 전체 프레임들을 한 장의 2차원 이미지로 요약한 가느다란 이미지 띠(image stripe)이다. 이 띠에는 각종 편집효과가 명백히 표현되어 샷 검출에 이용될 뿐만 아니라, 검출 결과를 검증하는데 유용하게 사용될 수 있다.

그림 1은 축구 경기에서 생성된 시각울동에 샷 경계 검출 결과와 수작업으로 표시한 하이라이트 시작 및 종료 지점을 나타낸 것이다. 그림 1(A)는 시각울동으로써, cut 편집효과를 사용한 부분(T1, T2, T3)은 수직선, dissolve 편집효과를 사용한 부분(T4)은 연결된 두 샷의 색들이 점진적으로 변하는 부분이 선명하게 보임을 알 수 있다. 그림에서 T1, T2, T3는 샷 검출 알고리즘에 의해 자동으로 검출되었고, T4는 검출되지 못하였다고 가정한다. T4의 경우처럼 모든 샷 경계가 예러 없이 자동으로 검출되기는 어렵기 때문에, 사용자의 수작업에 의한 샷 검증 절차가 필요하다. 샷 검출에 소요되는 시간이 절약될수록, 검증된 메타데이터를 실시간에 생성할 가능성이 높아진다. 본 논문에서는 자동 샷 검출과 수동 검증이 동시에 수행되기 때문에 실시간에 검증된 메타데이터의 생성이 가능하다.

본 논문에서는 사용자가 축구경기를 시청하면서 하이라이트가 발생할 때 그 시작 및 종료 시점에 마우스를 클릭하면, 해당 시점이 시각울동상에 표시(marking)된다. 그림 1의 M1과 M2는 사용자가 수작업으로 표시한 하이라이트의 표시시작점(mark-in point)과 표시종료점(mark-out point)이다. 하이라이트가 시작/종료된 이후에만 수동 검증이 가능하므로, 표시시작점/종료점은 실제 하이라이트의 시작점/종료정보보다는 약간 늦게 표시된다. 따라서 표시시작점/종료점 및 검증된 샷 경계를 이용해 하이라이트의 시

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

작성/종료점을 결정하는 논리가 필요하다.

예를 들어, 그림 1의 표시시작점과 종료점인 M1과 M2, 그리고 검출된 샷 경계인 T1, T2, T3를 이용하면, 표시된 하이라이트의 실제 시작점은 M1 이전의 가장 가까운 샷 경계인 T1, 실제 종료점은 M2 이전의 가장 가까운 샷 경계인 T2로 결정된다. 그러나 시각을 돌릴 때, T4 부근에 검출되지 않은 샷 경계가 있음을 알 수 있다. 따라서 T4에서 수작업에 의해 새로운 샷을 생성시키면 하이라이트의 실제 종료점은 T2에서 T4로 자동 변경될 수 있다. 즉 획득된 하이라이트는 T1과 T4 사이에 있는 두 샷으로 구성된 세그먼트임을 알 수 있다. 만일 시각을 돌리지 않고, 그림 1(B)와 같이 단순한 타임라인 상에 검출된 샷의 대표 프레임만 나타나는 인터페이스를 사용할 수도 있다. 이 경우에는 숨어있는 샷 경계인 T4의 존재를 알지 못하기 때문에, 하이라이트의 구간의 수정 여부를 결정하기 매우 힘들다. 또한 만일 검증을 원한다면, 해당 구간을 재생해 보아야만 한다. 그러나 구간 재생을 할 경우, 현재 방송되고 있는 비디오를 못 볼 가능성이 있을 뿐만 아니라 재생 시간만큼의 추가 작업 시간이 필요하므로, 실시간 내에 검증된 메타데이터를 만들어내는 거의 불가능하다. 본 논문에서 제안하는 시각을 돌린 인터페이스에서는 타임라인에 비디오의 내용이 시각적으로 요약되어 있기 때문에, 해당 구간을 재생하지 않고도 하이라이트 구간의 수정 결정 여부 및 필요한 수정을 빠르고 편하게 할 수 있다.

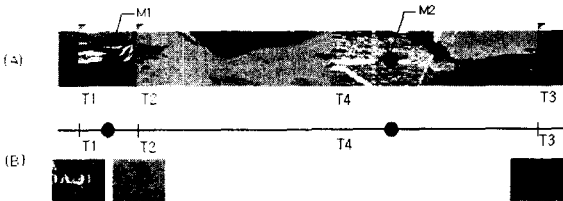


그림 1 시각적 타임라인과 단순한 타임라인

## 2.2 하이라이트 주제의 부가

획득된 하이라이트의 시간 구간이 확정되면 하이라이트의 내용을 설명하는 간단한 주제어, 즉 하이라이트 주제어(highlight theme)를 부가할 수 있다. 부가된 하이라이트 주제어는 사용자가 하이라이트 발생 시간순서에 의해서 뿐만이 아닌 다양한 관점에서 하이라이트들을 브라우징할 수 있도록 하는데 사용된다.

만일 하이라이트 주제어를 부가할 때마다 사용자가 이 주제어를 타이핑해야 한다면, 많은 시간이 필요하게 된다. 따라서 짧은 시간 내에 연속적으로 하이라이트가 발생될 경우 적절한 주제어를 제한된 시간 내에 타이핑하기 힘들 것이다. 본 논문에서는 이를 위해 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 있다.

예를 들어 축구 경기에서는 Goal, Target On Goal, Shoot, Assist 등과 같은 주요 장면을 나타내는 하이라이트 이벤트 템플릿, Slow motion, Replay 등을 나타내는 특수 하이라이트 이벤트 템플릿, 그리고 양팀의 선수 명단을 나타내는 두 개의 하이라이트 객체 템플릿을 사용할 수 있다. 템플릿의 주제어들은 의미상 몇 개의 범주(category)로 그룹 지을 수 있다. 예를 들면, 범주 Shooting은 Goal, Target On Goal, Shoot, Assist 라는 4개의 주제어를 포함한다. 두개의 하이라이트 객체 템플릿은 각각 11명의 선수이름을 주제로 갖는다.

그림 2는 위에서 설명한 축구 경기의 하이라이트 템플릿을 이용해서 수작업으로 하이라이트를 획득하는 기능을 제공하는 본 논문에서 구현한 하이라이트 표시기(highlight marker)이다. 하

이라이트 표시기는 사용자가 실시간으로 원하는 하이라이트를 쉽고 빠르게 획득하게 한다. 사용자는 방송을 시청하면서 하이라이트가 시작됨을 인지한 순간 표시시작(mark-in) 버튼을 클릭하고, 적절한 주제어를 선택한다. 그리고 하이라이트가 끝났을 때 표시종료(mark-out) 버튼을 클릭한 후, 하이라이트 생성 버튼을 클릭하면 새로운 하이라이트 세그먼트가 정의된다.

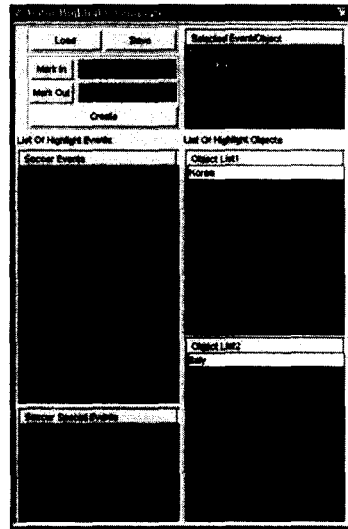


그림 2. 하이라이트 표시기

## 2.3 하이라이트 계층구조의 생성

획득된 하이라이트들은 부가된 하이라이트 주제어에 따라 자동으로 분류될 수 있다. 이를 위해 하이라이트 계층구조를 유지한다. 하이라이트 계층구조는 하이라이트 템플릿들을 이용해 구성한다.

그림 3은 그림 2의 축구 하이라이트 템플릿들을 이용해 생성한 하이라이트 계층구조를 나타낸다. 그림에서 하이라이트 계층구조의 루트 노드는 사용된 4개 템플릿을 자식 노드로 한다. 각각의 템플릿을 하나의 범주로 간주하면, 루트 노드는 이들을 모두 포괄하는 최상위 범주로 볼 수 있다. 그림 3의 경우, 사용된 모든 주제어는 크게 football event, football special event, KOR, ITA 라는 네 개의 범주 노드로 나눌 수 있다. 또한 축구 이벤트 템플릿에서 축구 이벤트는 Shooting과 Featured play라는 2개의 부속범주를 가지므로, 축구 이벤트 범주 노드는 대응하는 2개의 범주 노드를 자식으로 갖는다. 각각의 범주 노드는 템플릿의 해당 범주에서 정의된 주제어에 대응하는 주제어 노드를 자식으로 가질 수 있다. 예를 들면, 범주 노드 Shooting은 Goal과 Assist 주제어 노드를 자식으로 가지며, 범주 노드 KOR은 12명 선수 이름에 대응하는 주제어 노드를 갖는다.

하이라이트 계층구조의 주제어 노드는 해당 주제어가 부가된 하이라이트를 자식노드로 갖는다. 이때 주제어 노드의 자식들은 하이라이트의 시작점을 기준으로 정렬된다. 하이라이트 계층구조의 루트 노드는 highlight collection이라는 템플릿과 무관한 특별한 주제어 노드를 자식 노드로 갖는다. 이 노드는 부가된 주제어와 관계없이 획득된 모든 하이라이트들을 자식노드로 갖는다.

그림 3은 획득된 하이라이트들이 하이라이트 계층구조에 삽입된 것을 나타내고 있다. 그림에서 획득된 하이라이트는 아래쪽 시간축에 표시되어 있다. 시간축에는 3개의 획득된 하이라이트 인스턴스, 그리고 각각의 하이라이트 인스턴스에 부가된 하이라이트 주제어가 함께 표기되어 있다. 부가된 하이라이트 주제어는

하이라이트 이벤트의 유형과 하이라이트 객체(선수이름)를 기술한다. 예를 들면, 획득된 첫 번째 하이라이트는 "SEOL K H"에 의한 "Goal" 하이라이트임을 나타낸다. 획득된 하이라이트는 부가된 주제어에 따라 하이라이트 계층구조의 적합한 위치에 삽입된다. 예를 들어, 설명한 첫 번째 하이라이트는 "Goal"과 "SEOL K H" 노드에 자식으로 삽입되며, 동시에 부가된 주제어와 무관하게 "Highlight Collection" 노드에도 자식으로 삽입된다.

하이라이트 계층구조는 사용자가 하이라이트의 중요한 이벤트, 그 이벤트에 관련된 객체 등과 같은 내용을 다양한 관점에서 볼 수 있게 해준다. 예를 들어 "SEOL K H" 주제어 노드에는 이 선수가 활약한 장면만 있고, "Goal" 주제어 노드에는 끝난 장면만 있다. 또한 highlight collection 주제어 노드에는 경기에서 일어났던 모든 중요 장면이 시간순으로 정렬되어 있다. 따라서 브라우징 프로그램은 주제어를 선택할 수 있는 인터페이스를 통해, 선택한 주제어에 해당하는 장면만을 선택적으로 시청하게 할 수 있다.

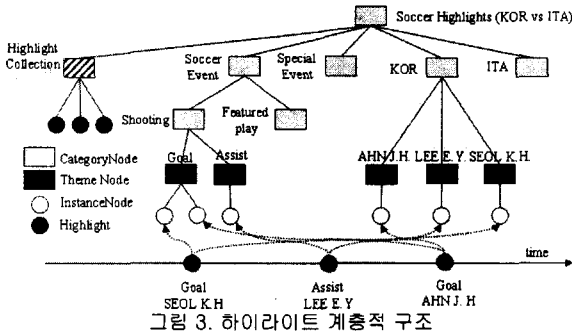


그림 3. 하이라이트 계층적 구조

### 3. MPEG-7을 이용한 하이라이트 정보 표현

#### 3.1 하이라이트 템플릿의 표현

본 논문에서는 모든 하이라이트 관련 정보를 MPEG-7 표준 스키마에서 정의한 Summary DS에 따라 XML을 이용해 표현한다 [4]. 먼저 템플릿에 정의된 하이라이트 이벤트와 객체는 MPEG-7의 SummaryThemeList DS를 이용해 표현한다. 이 DS에서 정의된 summaryTheme 엘리먼트는 각각의 주제어를 표현하기 위한 것으로, 고유한 아이디를 갖고 있다. 새로운 하이라이트를 획득할 때마다 이 아이디를 하이라이트에 부가한다. 또 이 엘리먼트에서 정의된 애트리뷰트 parentID를 이용해 주제어가 속한 범주, 부속 범주와 범주 사이의 포함 관계를 표현할 수 있다. 그림 5는 SummaryThemeList DS의 구조를 나타낸 것이고, 그림 4는 이를 이용해 축구 이벤트 템플릿을 표현한 것이다.

```
<SummaryThemeList>
.....
<Summary Theme id="THM.EVT"
  parentID="THM">Soccer Events</Summary Theme>
<Summary Theme id="THM.EVT.Shooting"
  parentID="THM.EVT">Shooting</Summary Theme>
<Summary Theme id="THM.EVT.Shooting.Goal"
  parentID="THM.EVT.Shooting">Goal</Summary Theme>
<Summary Theme id="THM.EVT.Shooting.Target_On_goal"
  parentID="THM.EVT.Shooting.Goal">Target on Goal</Summary Theme>
<Summary Theme id="THM.EVT.Shooting.Shoot"
  parentID="THM.EVT.Shooting.Goal">Shoot</Summary Theme>
<Summary Theme id="THM.EVT.Shooting.Assist"
  parentID="THM.EVT.Shooting">Assist</Summary Theme>
.....
</Summary ThemeList>
```

그림 4. MPEG-7을 이용한 하이라이트 템플릿의 기술

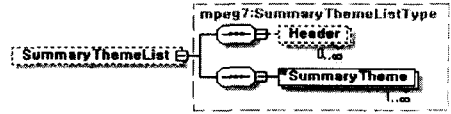


그림 5. MPEG-7 표준의 하이라이트 템플릿 시키마

#### 3.2 하이라이트의 표현

획득한 하이라이트는 MPEG-7의 SummarySegmentGroup DS를 이용해 표현한다. 이 DS의 정의에 따르면 각각의 하이라이트를 SummarySegment DS 만으로 표현하거나, SummarySegmentGroup DS에 SummarySegment DS를 내포 시킬 수 있다. 후자의 경우에는 시간 정보뿐만 아니라 브라우징 시에 유용하게 사용될 수 있는 자막, 대표화면의 개수 등 부가적인 정보를 더 기술 할 수 있다. 여기서는 후자의 방법을 사용한다. 그림 7은 "SEOL K H"에 의한 "Goal" 하이라이트의 기술 예를 나타낸 것이다. 그림에서 애트리뷰트 themeIDs에는 "SEOL-KH"과 "Goal" 두개의 주제어에 해당하는 아이디가 할당되어 있으며, 이 하이라이트는 41분 01초부터 15초 동안의 비디오 구간임을 알 수 있다.

```
<SummarySegmentGroup themeIDs="THM.EVT.Shooting.Goal THM.OBJ.KOR.SEOL-KH">
  <Name>Goal, SEOL K.H.</Name>
  <Caption/>
  <SummarySegment>
    <KeyVideoClip>
      <MediaTime>
        <MediaTimePoint>T00:41:01:9970862</MediaTimePoint>
        <MediaDuration>PT15S220202N</MediaDuration>
      </MediaTime>
    </KeyVideoClip>
    <KeyFrame>
      <MediaUri/>
      <MediaTimePoint>T00:41:01:9970862</MediaTimePoint>
    </KeyFrame>
  </SummarySegment>
</SummarySegmentGroup>
```

그림 6. MPEG-7을 이용한 하이라이트 세그먼트의 기술

#### 4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 기존 연구의 한계점을 극복 하기 위해서 시각을 종과 하이라이트 표시기, 하이라이트 계층구조 등을 이용해 간편하게 하이라이트 메타데이터를 실시간 생성할 수 있는 준자동 색인 기법을 제안 하였다. 생성된 하이라이트 메타데이터는 MPEG-7 표준으로 기술되고 방송국에서 시청자의 STB로 전송 된다. 하이라이트 메타데이터 서비스는 시청자들이 좋아하는 선수의 경기 장면뿐만 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