

MPEG-7을 이용한 하이라이트 인덱싱과 브라우징

이창윤⁰ 임화영 김혁만
국민대학교 전산과학과 멀티미디어 데이터베이스 연구실
(wof3⁰, julite, hmkim)@cs.kookmin.ac.kr

Highlight Indexing and Browsing Based on MPEG-7

Chang Yoon Lee⁰ Hwayoung Lim Hyeokman Kim
Multimedia Database Lab., Dept. of Computer Science, Kookmin University

요 약

스포츠 경기의 하이라이트(highlight) 브라우징을 위해 하이라이트 이벤트(주요 사건)와 하이라이트 객체(선수)를 묘사하는 하이라이트 테마를 계층구조로 정의하고, 이를 이용해 하이라이트 세그먼트를 설정하고, 자동적으로 계층구조의 하이라이트 메타데이터를 생성하는 하이라이트 인덱싱 방법을 제안하였다. 하이라이트에 관련된 모든 메타데이터는 MPEG-7으로 기술하였다. 그리고 제안한 방법으로 생성된 메타데이터를 이용한 set-top box용 하이라이트 브라우저를 구현하였다.

1. 서론

비디오 브라우징은 비선형적으로 비디오를 재생하게 함으로써 필요한 부분만 선택적으로 볼 수 있게 하여 준다. 특히 하이라이트 메타데이터(highlight metadata)를 이용한 하이라이트 브라우징은 특정 관심부분을 미리 콘텐츠 제작자가 선별하여 제공하고, 사용자는 이미 선별된 부분에서 선택적으로 골라봄으로써 브라우징 능력을 한단계 더 향상시킬 수 있다.

하이라이트 브라우징은 스포츠 경기를 볼 때 주로 사용될 수 있다. 스포츠 경기에 대한 인덱싱에 대한 연구는 주로 선수들의 동작에 의한 분석[1], 미리 정의한 스포츠 이벤트의 검출[2], 스포츠 뉴스에서의 경기 종목별 분류[3], 다양한 스포츠 경기에 대한 인덱싱[4] 등이 있다. 또 멀티미디어 메타데이터 기술의 표준인 MPEG-7에서는 이러한 하이라이트 브라우징을 위한 메타데이터의 기술이 가능한 Summarization DS (Description Scheme)을 제공하고 있다 [5]. 그러나 하이라이트의 효율적인 생성에 대한 연구는 아직 이루어지지 않았다.

특정 경기의 하이라이트 세그먼트들을 계층구조를 사용해 표현하면 보다 자세한 정보를 표현할 수 있다. 예를 들어 축구의 경우 “골 관련”이란 하이라이트 범주(category)를 “골 장면”과 “아쉬운 장면”이란 두 개의 부속범주(subcategory)로 구분하고, 실제 하이라이트 세그먼트를 이들 부속범주 밑에 위치시키면 사용자들은 좀 더 쉽게 세분화된 하이라이트만을 선택적으로 볼 수 있다. 이와 같이 임의의 계층구조를 갖는 하이라이트 메타데이터를 쉽고 편하게 생성하는 문제는 하이라이트 브라우징이 실현되기 위해 가장 먼저 해결되어야 한다.

본 논문에서는 MPEG-7의 Summarization DS를 사용하여 계층구조를 갖는 하이라이트 메타데이터를 효율적으로 생성하는 방법을 제안하고, 생성된 메타데이터를 이용해 set-top box에서 동작하는 하이라이트 브라우저를 구현하였다. 본 논문에

서는 미식축구 경기의 하이라이트 인덱싱을 중심으로 제안한 방법을 서술한다. 제안한 방법은 특정 경기의 하이라이트 템플릿을 미리 정의하고, 이를 이용해 하이라이트 세그먼트를 인덱싱하면서, 인덱싱된 세그먼트들을 템플릿에 정의된 하이라이트의 계층구조에 따라 재구성하여 하이라이트 메타데이터를 생성한다.

2. 하이라이트 테마의 구성

일반적으로 특정 응용에서 사용하는 하이라이트 테마(highlight theme)는 공통적이다. 미식축구에서 하이라이트 이벤트(event) 테마의 경우 득점에 관계된 touchdown, field goal, extra point, 그리고 two point conversion은 scoring이라는 범주에 속한다. 또한 extra point와 two point conversion은 touchdown 뒤에 추가로 얻는 기회이므로 point after라는 scoring의 부속범주로 세분할 수 있다. 또한 미식축구를 포함한 스포츠 경기에서 가장 중요한 하이라이트 객체(object) 테마는 선수이다. 특히 미식축구는 두 팀이 대결하는 경기므로 각 팀을 범주로 하여 하이라이트 객체 테마를 구분하는 것이 합리적이다. 이와 같이 각 응용별로 공통적으로 사용하는 하이라이트 테마를 미리 정의하고, 이를 인덱싱에 사용하면 매우 유용할 수 있다. 본 논문에서는 하이라이트 구성을 위해 특정 응용에서 공통적으로 사용하는 하이라이트 테마의 계층구조를 하이라이트 템플릿(template)이라 한다. 그림 1은 미식축구를 위한 하이라이트 템플릿을 나타낸다. 그림에서 이탤릭체로 쓰여진 것은 범주 혹은 부속범주를 나타낸다. 그림 2는 그림 1에서 내포하는 계층구조를 트리로 나타낸 것이다.

Football events	Scoring	Touch down		
		Field goal		
		Point after	Extra point	
			Two point conversion	
	Feature Plays	Big gains	Long run	
			Long pass	
		Big penalties	Holding	
			Offside	
Football objects	SF 49ers	Adams		
		Brooks		
		Collins		
		Dixons		
		Frish		
	MNViki ngs	Gibson		
		Hardy		
		Johnson		
		Lucus		
		Page		

그림 1. 하이라이트 이벤트 및 객체 템플릿

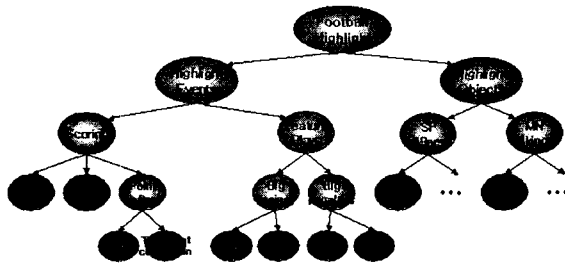


그림 2. 하이라이트 이벤트 및 객체의 논리적 트리

위와 같이 임의의 계층구조를 갖는 하이라이트 템플릿을 MPEG-7의 SummaryThemeList DS로 표현할 수 있다. 하지만 SummaryThemeList에서는 하이라이트 이벤트와 객체 테마의 구분이 불가능하다. 하이라이트 이벤트와 객체의 구분은 브라우저 프로그램의 유연성을 크게 높여줄 수 있다. 예를 들어 이벤트(주요사건)와 객체(선수)를 전혀 다른 형태로 디스플레이 할 수 있다. 디지털 방송용 메타데이터 표준인 TV Anytime의 경우 이들의 구분을 위해 groupType을 사용하고 있다 [6]. 본 논문에서는 SummaryThemeList를 그대로 사용하면서 이벤트와 객체를 구분하기 위해 SummaryTheme의 id를 이용한다. 그림 3은 그림 1의 하이라이트 템플릿을 SummaryThemeList로 표현한 것이다. 그림 3에서 알 수 있듯이 모든 SummaryTheme의 id 스트링 앞에는 접두어로서 "THM-EVT" 혹은 "THM-OBJ"를 붙임으로써 이벤트와 객체 테마를 구분한다. 그 뒤의 스트링은 편의상 계층구조의 경로상에 나타나는 개념을 연속적으로 사용했으나, 이에 대한 제약은 없다. 즉 XML의 ID 타입의 조건에 맞는 스트링이면 어떤 스트링도 가능하다.

```
<SummaryThemeList>
<SummaryTheme id="THM-EVT-FTB">
Football events</SummaryTheme>
<SummaryTheme id="THM-EVT-FTB-Scoring"
parentID="THM-EVT-FTB">
Scoring</SummaryTheme>
```

```
<SummaryThemeid="THM-OBJ-FTB-Scoring-Touchdown"
parentID="THM-EVT-FTB-Scoring">
Touchdown</SummaryTheme>
<SummaryTheme id="THM-OBJ-FTB-Scoring-Field goal"
parentID="THM-EVT-FTB-Scoring">
Field goal</SummaryTheme>
<SummaryTheme id="THM-OBJ-FTB"
parentID="THM-EVT-FTB">
Football players</SummaryTheme>
<SummaryTheme id="THM-OBJ-FTB-SF_49ers"
parentID="THM-OBJ-FTB">
SF 49ers</SummaryTheme>
<SummaryTheme id="THM-OBJ-SF_49ers-Adams"
parentID="THM-OBJ-FTB-SF_49ers">
Adams</SummaryTheme>
...
</SummaryThemeList>
```

그림 3. MPEG-7을 이용한 하이라이트 템플릿의 기술

3. 하이라이트 세그먼트의 설정

특정 비디오 세그먼트를 하이라이트로 설정하려면, 템플릿에 있는 하이라이트 테마 중 적당한 것을 그 세그먼트에 할당한다. 이 할당은 하이라이트 인덱싱 저작도구에서 마우스 클릭이나 드래그로 간단히 구현할 수 있다. 하이라이트 세그먼트에는 복수개의 하이라이트 테마 할당이 가능해야 한다. 이를 통해 브라우징시 하나의 하이라이트 세그먼트가 관련된 여러 테마에서 보여질 수 있게 된다. 이렇게 설정된 하이라이트 세그먼트는 MPEG-7 SummarySegmentGroup DS와 SummarySegment DS로 기술하고, 설정된 모든 하이라이트 세그먼트는 또 다른 SummarySegmentGroup DS로 묶는다. 그림 4는 하이라이트 세그먼트의 기술 예를 나타낸 것이다.

```
<SummarySegmentGroup id="HLT-SG">
<SummarySegmentGroup id="SEG-1"
themeIDs="THM-EVT-FTB-Scoring-Touchdown,
THM-OBJ-FTB-Scoring-Field goal">
<Name>Touchdown, Adams</Name>
<Caption> ... </Caption>
<SummarySegment>
<KeyVideoClip>
<MediaTime>
<MediaTimePoint>T00:04:12</MediaTimePoint>
<MediaDuration>PT27S</MediaDuration>
</MediaTime>
</KeyVideoClip>
</SummarySegment>
</SummarySegmentGroup>
<SummarySegmentGroup id="SEG-2" ... >
...
</SummarySegmentGroup>
```

그림 4. 하이라이트 세그먼트의 기술

그림 4의 하이라이트 세그먼트 SEG-1에는 하이라이트 이벤트 테마로 "Touchdown" 그리고 하이라이트 객체 테마로 "Adams"가 할당되어 있으므로, 이 세그먼트는 Adams가 Touchdown을 한 하이라이트 장면임을 알 수 있다. 또 이 세그먼트는 4분 12초부터 27초 동안의 구간임을 나타내고 있다. 이와 같이 기술함으로써 전체 비디오 파일 중 특정 부분을 하이라이트로 표현해 줄 수 있다. SummarySegmentGroup DS의 정의에 따르면 하이라이트를 직접 SummarySegment DS만으로 표현하거나, SummarySegmentGroup DS에 SummarySegment DS를 내포시킬 수 있다. 후자의 경우에는 세그먼트의 시간 정보

뿐만 아니라 브라우저 시에 유용하게 사용될 수 있는 closed caption, 대표화면의 개수 등 부가적인 정보를 더 기술 할 수 있다. 본 논문에서는 후자의 방식을 사용하여 좀 더 유연한 확장성을 지니게 하였다.

4. 하이라이트 계층구조의 생성

하이라이트 세그먼트가 설정되면, 이를 이용해 자동적으로 계층구조의 하이라이트 세그먼트 트리를 만들 수 있다. 즉 같은 테마를 갖는 하이라이트 세그먼트들을 한 곳에 모음으로서 같은 종류의 세그먼트들만을 선택적으로 재생시킬 수 있다. 이때 하이라이트 테마 자체가 이미 템플릿 내에서 의미상 계층구조를 이루고 있으므로, 생성되는 하이라이트 세그먼트를 계층구조의 해당 테마에 위치시키면 된다. 그림 5는 이를 위한 개념적 알고리즘을 서술하고 있다

```

1. Construct an initial tree using highlight template;
2. Do while (a new highlight segment) {
3.   For each highlight theme in themeIDs {
4.     write segment id at corresponding theme node;
5.   }
6. }
    
```

그림 5. 하이라이트 트리 생성 알고리즘

그림 6은 그림 5의 알고리즘을 이용해 생성된 하이라이트 트리를 포함한 완전한 MPEG-7 하이라이트 메타데이터의 예를 나타내고 있다. 그림에서 레벨 2의 Touchdown 세그먼트 그룹은, themeIDs에 THM-EVT.FTB.Scoring.Touchdown을 포함하고 있는 두 개의 하이라이트 세그먼트 그룹 SEG-1, 5 을 참조하고 있음을 알 수 있다.

```

<Summarization>
<Summary>
<!-- 그림 3의 기술-->
<!-- 그림 4의 기술-->
<SummarySegmentGroup level="0" id="HLT-GRP">
<SummarySegmentGroup level="1"
id="HLT-EVT.FTB.Scoring">
<Name>Scoring</Name>
<SummarySegmentGroup level="2"
id="HLT-EVT.FTB.Scoring.Touchdown"
themeIDs=" " />
<Name>TouchDown</Name>
<SummarySegmentGroupRef idref=" " />
<SummarySegmentGroupRef idref=" " />
</SummarySegmentGroup>
<SummarySegmentGroup level="2"
id="HLT-EVT.FTB.Scoring.Field goal"
themeIDs=" " />
<Name>Field goal</Name>
<SummarySegmentGroupRef idref=" " />
<SummarySegmentGroupRef idref=" " />
</SummarySegmentGroup>
...
</SummarySegmentGroup>
...
</SummarySegmentGroup>
</Summary>
</Summarization>
    
```

그림 6. MPEG-7 하이라이트 메타데이터의 기술

5. 하이라이트 브라우저의 구현

그림 6의 메타데이터를 이용한 set-top box용 하이라이트

브라우저를 구현하였다. 입력 비디오는 MPEG-2 포맷, 3.5시간의 미식축구 경기를 사용하였으며, 인텔 펜티엄 4 PC에서 set-top box를 시뮬레이션 하였다. 제어 인터페이스로는 RF 리모콘으로 set-top box 리모콘과 같은 동작을 하도록 구현하였다. 브라우저의 인터페이스는 SDTV에 맞추었고, TV 시청자를 위해 최대한 단순하게 설계하였다. 그림 7은 구현한 브라우저의 인터페이스를 보이고 있다.



그림 7. 결과

6. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 스포츠 경기를 위한 계층구조의 하이라이트 메타데이터를 생성하는 하이라이트 인덱싱 방법을 제안하고, 생성된 하이라이트 메타데이터를 MPEG-7 표준에 맞게 기술하여 하이라이트 메타데이터의 범용성을 보여주었다. 또한 생성된 메타데이터를 이용한 set-top box용 하이라이트 브라우저를 구현하였다. 실제로 이런 하이라이트 브라우저가 방송에 적용되기 위해서는 먼저 제안된 하이라이트 인덱싱을 쉽고 편하게 할 수 있는 하이라이트 인덱싱 저작도구가 필수적이며, 또한 메타데이터를 set-top box까지 전송할 인터넷과 같은 back channel 혹은 전송되는 비디오 스트림에 메타데이터를 멀티플렉싱하는 방법이 제공되어야 한다

참고 문헌

- H. Miyamori and S.-I. Isaku "Video annotation for content-based retrieval using human behavior analysis and domain knowledge", Automatic Face and Gesture Recognition, pp.320-320, IEEE CS Press. Los Alamitos, Calif., March. 2002
- W. Zhou, A. Vellaikal, and C.C.J.Kou, "Rule-Based video classification system for basketball video indexing," ACM Multimedia 2000 Workshop, pp.213-216, Nov. 2000
- Y.Ariki and Y.Sugiyama, "Classification of TV sports news by DCT features using multiple subspace method", Pattern Recognition, pp.1488-1491, IEEE CS Press. Los Alamitos Calif., August. 1988
- J. Assfalg, M. Bertini, C. Colombo, and A. D. Bimbo, "Semantic annotation of sports videos", IEEE Multimedia, pp.52-60, April-June. 2002
- ISO/IEC 15938-5, "MPEG-7 Part 5: Multimedia description scheme(MDS)", Oct. 2001
- TV Anytime Forum, "TV-Anytime Specification Series S-3: on Metadata", Version 1.2, June. 2002