

MPEG-7 메타데이터의 에러 강건성 부호화 적용

임정연^o 김은철
 정보통신대학교(ICU) 공학부
 (jylim^o, mkim)^o@icu.ac.kr

Appliance of Error resilience coding on MPEG-7 Metadata

Jeongyeon Lim^o Munchurl Kim
 School of Engineering, information and communications University

요약

최근 멀티미디어 메타데이터의 국제 표준인 MPEG-7 표준화 활동이 활발히 이루어짐과 함께, 메타데이터를 이용한 멀티미디어 콘텐츠 서비스가 이동환경에서 중요한 응용 분야로 자리매김할 것으로 예상된다. 이런 에러 경향이 큰 매체들은 안정적인 비디오 전송을 위해 에러에 강한 여러 기법들이 연구되어 왔다. 본 논문은 MPEG-7 멀티미디어 메타데이터를 에러 발생율이 높은 이동 환경에서 안정적인 전송을 위한 에러 강건화 방법을 처음으로 시도한다.

1. 서론

인터넷의 확산, 디지털 방송의 등장 그리고 대용량 저장매체의 저 비용생산으로 멀티미디어 데이터 양이 기하급수적으로 증가함에 따라 사용자가 원하는 정보를 쉽게 찾고 가공하여 새로운 정보를 생산하고 효율적으로 관리할 수 있도록, 멀티미디어 데이터의 내용을 효과적으로 표현하기 위해 효율적 저장, 검색, 전송을 가능하게 하기 위한 필요성이 대두되었다. 하지만 비디오 콘텐츠와 달리 비디오 콘텐츠 정보를 기술하는 메타데이터에 대한 강건성 부호화 방식에 대한 연구가 전무한 상태이다. 따라서 본 논문에서는 MPEG7 메타데이터에 대한 에러 강건성 부호화 방식에 대한 연구 결과를 처음으로 소개한다.

2. MPEG7 시스템

시스템은 일반적으로 전체적인 구조 및 다중화, 동기화 등을 의미한다. MPEG7 시스템에서는 이러한 기능들 외에 기술 표현어(description definition language), 바이너리 표현 그리고 메타데이터의 전달 방법을 포함한다.

MPEG7 메타데이터는 멀티미디어 콘텐츠의 내용 정보를 개략적 수준에서 매우 세밀한 수준까지 풍부하게 표현할 수 있는 강력한 틀을 제공한다. 이런 기반으로 생성된 MPEG7 메타데이터는 스키마에 기반한 트리구조로 구성 되어 있으며 기술의 길이 및 기술 정도를 고려한 응용에 따라 내용 정보를 생성시킬 수 있다. 부호화된 메타데이터를 표현하기 위한 수단인 ISO/IEC 15938 터미널은 그림과 같이 전송층, 시스템층, 응용층으로 구성되어 있으며 MPEG7 시스템에서 제공하는 기능들은 시스템층에서 담당한다. 그림 1은 ISO/IEC 15938 단말 구조를 나타낸다. 전송층으로부터 전달된 MPEG-7 메타데이터의 초기값을 초기값 추출기(Initialization extractor)에서 읽어 전송된 MPEG-7 메타데이터의 포맷이 바이너리인지 텍스트 인지로 구분한다.

텍스트와 바이너리포맷은 프래그먼트 유닛 복호기(FU decoder)에서 명령어(command), 메타데이터 트리구조 내에서의 해당 프래그먼트 유닛 위치 정보(context), 그리고 페이로드를 구별하며, 분석된 정보와 복호 초기화 정보(DecoderInit)로 전달된 스키마를 기반으로 메타데이터 합성부 (description composer)에서 메타데이터 트리구조(description tree)를 구성한다. 이 메타데이터 스트림은 각각의 접근 가능한 접근단위(access unit)으로 구

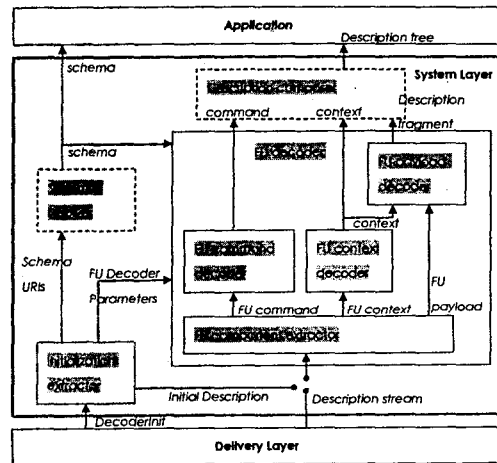


그림1 ISO/IEC 15938 터미널 구조

성되어 있다. 이 접근 단위는 컴포지션 타임으로 할당될 수 있는 가장 작은 개념으로, 터미널에 의해 산출된 현재의 메타데이터 트리가 어플리케이션층에 도달되는 시간을 의미한다. MPEG-7 메타데이터 스트림의 표시 방법에 따라 TeM 혹은 BiM으로 결정된다. 텍스트 포맷(TeM)은 바이너리로 부호화 되지 않고 텍스트 형태로 표현되므로, 프래그먼트 단위(FU)가 어디에 위치하게 될 것인지를 알리는 경로 정보가 스트림 타입의 표현되며 노드의 경로를 모두 표시한다. 바이너리 포맷(BiM)은 하나 이상의 바이너리 프래그먼트 유닛으로 구성되는데, 이는 다시 FU Command와 FU Context 그리고 FU Payload로 구성된다. FU command는 메타데이터에 대한 연산으로 구성된다. FU Context는 위의 FU Command가 수행되어야 하는 위치에 대해 트리구조의 루트로부터 해당 노드의 경로를 나타낸다.

FU Context는 각 노드의 나무 가지 코드(TBC)라 불리는 로컬 네비게이션 정보의 시퀀스로 구성되어 있으며, 이 TBC table은 스키마 가지 코드(Schema Branch Code: SBC), 대체 코드(substitution Code), 경로 타입 코드(path type code), 그리고 위치 코드(position code)로 이루어져 있다. 그림 2는 메타데이터의 트리 구조를 나타낸 것으로, 중간 노드는 네비게이션 정보인 TBC를, 단말 노드는 실제 값을 지닌 페이로드가 된다

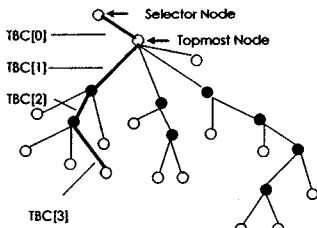


그림 2 메타데이터의 트리 구조

패이로드는 스키마 기반의 요소 콘텐츠를 바이너리화 한 것으로 유한상태 오토마타를 이용해 기 값과 빈도수가 함께 인코딩된다.

위에서 설명한 바와 같이 MPEG7 시스템에서는 두 가지 타입을 지원하며 비슷한 구조를 가지고 있다. TeM 인스턴스 기반 (instantiation-based)의 모델인 반면, BIM은 스키마의 분석에 따라 지정된 경로에 명령어를 수행하는 스키마 기반(schema based) 모델이다. TeM은 간단하다는 장점을 가지고 있지만 터미널 쪽에서의 압축이나 분리, 스트리밍 및 재구성면에서 BIM이 더 나은 성능 및 기능을 갖는다[1].

현재 MPEG7 시스템은 스트리밍 방법과 연산에 의한 조작 및 전송된 패킷의 재구성 등에 초점이 맞추어져 있다. 하지만 경로 기술에 대한 정확한 방법이 제시되어 있지 않으며, 같은 접근 단위를 갖고, 같은 컴포넌트 시간을 요구하는 콘텐츠의 증가와 높은 에러율의 환경에서 작은 단위의 프래그먼트 단위를 전송하는 것은 부가적인 데이터와 에러에 의한 네트워크의 부하를 불러들일 수 있다.

3. 에러내성 부호화의 적용

3.1 메타데이터에 에러 내성의 필요성

멀티미디어 메타데이터는 방송과 같은 실시간 응용에서 현재 표현되고 있는 콘텐츠와 관련된 부가정보를 제공하고자 할 때 콘텐츠와 메타데이터 간에 동기화가 필요하다. 메타데이터는 미리 전송될 수 있으나 양이 많거나 한번에 관련 프로그램 콘텐츠의 모든 메타데이터 전송을 위해서는 주기적으로 메타데이터 전체를 전송해야 하므로 단말에 많은 메모리와 전송을 위한 많은 대역폭이 요구되는 단점이 있다. 이에 반해 콘텐츠와 동기화 시켜 패킷으로 전송하고자 할 때는 필요 대역폭 및 메모리가 적게 요구되나 패킷 손실로 메타데이터 전체의 정보를 잃을 수 있는 단점이 있다.

MPEG-7 메타데이터의 구조는 멀티미디어 콘텐츠 정보를 효율적으로 기술 하기 위해 트리구조로 설계된 스키마이다. 구조화된 메타데이터를 패킷화 하여 전송할 때 패킷 데이터의 패이로드가 트리구조 메타데이터의 어느 부분에 위치해야 할 것인가에 대한 정보로서 위치정보를 실어 보내게 된다. 이 위치 정보에 에러가 발생 되었을 때 뒤이은 패킷을 모두 폐기해야 한다[2].

메타데이터 전송에 있어 부분 패킷에 에러가 발생되었을 때 발생된 에러의 영향이 다음 비트스트림에 전파되는 것을 차단하여 에러의 영향을 최소화 하고 정보 회복을 극대화 하기 위해 비디오 데이터의 전송 때와 같이 메타데이터 전송을 위한 메타데이터 패킷화에 에러 내성(error resilience)을 부여하는 기법이 필요하다.

3.2 제안된 메타데이터의 내성 기법

메타데이터는 기술대상이 되는 영상의 데이터에 비해 작지만 기술하고자 하는 내용에 따라 커질 수 있으며 다양한 멀티미디어 콘텐츠의 환경을 위해서는 그 양이 증가 될 것이다. 프래그먼트 유닛은 접근단위의 서브 트리로, 에러 영향이 큰 채널에서 에러에 영향을 줄이기 위해 FU의 크기를 줄여 전송할 수 있다. 즉, 패이로드의 길이가 짧아지게 되고 패이로드가 짧아질수록 헤더와 경로가 상대적으로 큰 비중을 차지하게 된다. 따라서 본 논문에서는 명령어를 이용한 짧은 길이의 패이로드를 전송하기 보다는 에러 내성을 가진 스트림을 전송하는 것이 효율적임을 증명하고, 에러를

국소화시키기 위한 강건하고 효율적인 데이터 분할 (data partition) 방법을 제안한다. 그림 3은 특정 단말에서 복호화 될 접근 단위를 구성하는 두 개의 서브트리를 각 프래그먼트 단위로 표현한다.

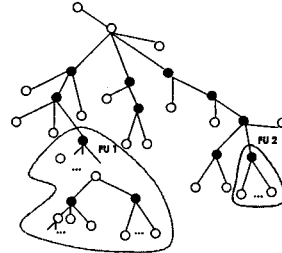


그림 3 직관적인 서브트리화

각 프래그먼트 단위는 다음과 같은 패킷 구조를 갖는다.

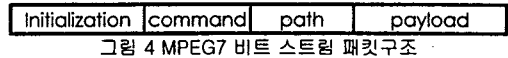


그림 4 MPEG7 비트 스트림 패킷구조

각 접근단위에서 각 위치를 갖는 여러 패킷들이 한꺼번에 전송되는 경우, 이들간의 독립성을 위해 재동기 마커를 삽입한다.



그림 5 재동기 마커의 삽입

특정 마커를 넣기 위해, 비디오에서는 가변 부호화에 쓰이지 않는 코드를 할당하지만, 메타데이터의 경우, 특정 비트열을 고르기 힘들다. 또한 스트림의 헤더 부분에는 길이 정보가 들어가므로, 패이로드 부분을 제외한 다른 필드에 쓰이지 않는 비트열을 찾아내, 이 특정 패턴과 길이 정보를 함께 사용할 수 있다. 큰 데이터 사이즈인 경우, 서브 트리가 서로 분리된 아래와 같은 구조를 갖게 된다.

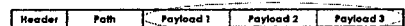
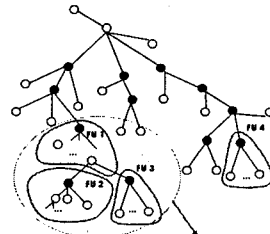


그림 6. 프래그먼트의 서브트리화

트리의 운행 방식은 깊이 우선 방식이며, 시작 상태(start state)를 시작으로 첫 분기상태(first branch state)에서 서브 프래그먼트를 시작한다. 이들 서브 프래그먼트는 같은 시작점과 종단점을 갖는다 세부 프래그먼트의 길이가 같다면, 다시 세부적으로 나눌 수 있다.

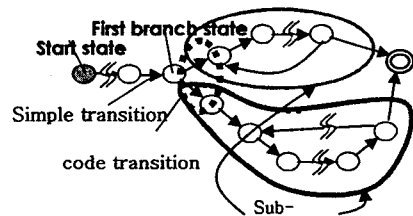
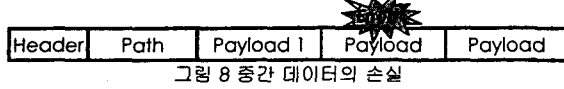
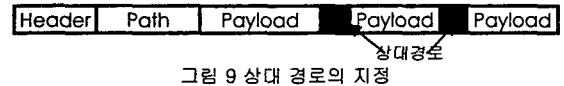


그림 7 서브 트리화

서브트리화시킨 패킷은 다음과 같다.



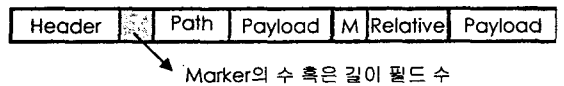
하지만 이 페이로드들 중 중간의 페이로드가 손실되면 뒤따라오는 페이로드가 시작하는 위치를 알 수 없으므로, 뒤의 것 또한 버려지게 된다. 따라서 각 페이로드에 프래그먼트에 대한 경로의 상대 경로(relative path) 정보를 각각의 서브 트리 위치를 넣어준다



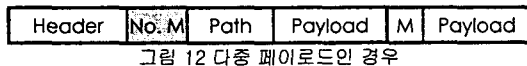
이는 영상에서의 에러 내성 방법과 같이 서브 트리의 에러 방비를 위한 새로운 필드를 끼워넣기 적당하다. 길이와 경로의 손실이 일어났을 경우, 다음 필드에 재동기 하기 위해 마커를 넣어준다.



다중페이로드인 경우, 같은 경로와 타입을 가지므로 마커만 넣어줄 수 있다. 절대 경로에서 에러가 난 경우, 상대 경로를 사용한 데이터는 복구할 수 없게 된다. 따라서 절대 경로의 이용 빈도도 고려해야 한다. 각 페이로드에 대해 길이에 대한 정보는 옵션으로 주어지며, 유한 상태 오토마타 상에서 주어지는 키 정보와 요소의 수를 가리키는 빈도 수 그리고 실제 값이 따르게 된다. 헤더에 마커의 수 혹은 세부 페이로드의 길이에 대한 필드를 할당한다.



다중 페이로드인 경우는 다음과 같다.



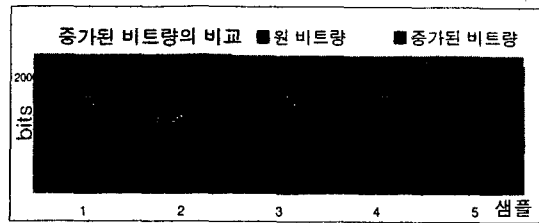
4. 실험 결과

현재까지 진행된 BiM을 이용해 메타데이터를 인코딩하고 서브트리화 시킬 수 있는 페이로드에 표1의 비트를 할당한다. 패킷의 경로에서 TBC를 구성하는 대체 코드 및 타입 코드, 위치 코드는 정확한 표현 방법이 정해지지 않았으므로 제외시켰다.재동기 마커의 경우, 앞 스트림의 스타핑 비트와 재동기 마커 다음에 따라오는 커맨드를 고려해 '0000 0000 0111' 로 실험해 보았다.

표 1 실험 데이터 정보

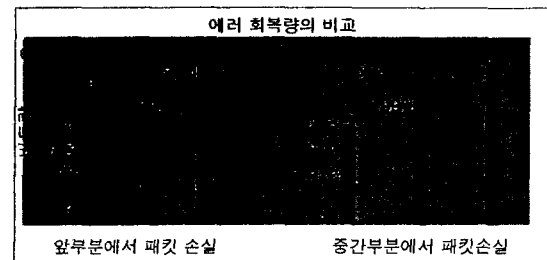
파일명	대체 코드	타입 코드	위치 코드
(1)097.xml+110.xml	1 (8 bits)	1 (2 bits)	1 (12 bits)
(2)033.xml	2 (8 bits)	2 (2 bits)	1 (12 bits)
(3)102.xml	2 (8 bits)	2 (8 bits)	1 (12 bits)
(4)033.xml (modified)	3 (8 bits)	0 (-)	1 (12 bits)
(5)000.xml	15 (8 bits)	7 (2 bits)	1 (12 bits)

아래 그림은 원 데이터와 부가된 데이터 간의 비율을 나타낸다.



메타데이터의 크기가 증가함에 따라 서브트리화 되어 증가된 부가된 데이터는 그 비중이 전체의 크기에 비해 크지 않지만, 서브 트리가 세부적으로 나뉘질 경우, 상대 경로 데이터에 의한 부가된 데이터의 양이 다른 것보다 큼을 알 수 있다. 부가된 비트량은 서브트리화된 페이로드의 수에 따라 변하게 되며 페이로드의 수가 크게 증가하는 마커, 상대 경로의 크기는 작다.

다음은 에러 발생 후 정보 회복량을 비교한다. 에러가 발생했을 때, 에러 내성 부호화를 사용하지 않는 경우와 에러 내성 부호화 방법을 사용했을 경우 그리고 원 데이터 크기를 비교한다. 패킷 손실이 발생된 부분을 중심으로 에러 회복량을 계산하였다.



여러 단일 페이로드들 중에 하나의 페이로드에서 손실이 발생하는 경우, 마커에 의해 데이터를 국소화시키고 상대 경로를 이용해 다음 페이로드의 위치를 재확인한다.

5. 결론

멀티미디어 기술 구조에 의한 메타데이터는 텍스트 형태이며, 전송 또는 저장을 위한 압축 포맷에 대한 규격을 MPEG-7 시스템에서 규정하고 있다. 그러나 이 메타데이터에 대한 에러 강건성 부호화 방식에 대해서는 연구가 전무한 상태이다. 본 논문에서는 MPEG-7 메타데이터에 대한 에러 강건성 부호화 방식에 대한 연구결과를 처음으로 소개하며 제안된 방법으로 인한 증가된 데이터량을 비교하고 에러 발생시 에러 회복률에 대해 비교 분석한다.

참고문헌

- [1] ISO/IEC FCD 15938-1 FDIS- Information Technology-Multimedia Content Description Interface-Part1 :System, Sydney, July 2001.
- [2] Y.Wang, S. Wenger, J. Wen, and A.G.Katsaggelos, "Error resilient video coding techniques", IEEE Signal Processing Magazine, vol. 17, no. 4, pp.-61-82, July 2000. Special issue on Multimedia Communications over Networks.