

# MPEG-21 에서 콘텐츠와 메타데이터의 연결 기술을 위한 평가 도구

김종남, 김경수, 박근수, 김문철\*  
한국방송 기술연구소  
한국정보통신대학원대학교 멀티미디어 정보처리 그룹\*

## The evaluation methods for persistent association technologies in MPEG-21

Jong-Nam Kim, Kyeongsoo Kim, Keunsoo Park, Munchurl Kim  
Technical Research Institute (TRI) of KBS  
Multimedia Information Processing Group of ICU\*

E-mail : [jnkim@kbs.co.kr](mailto:jnkim@kbs.co.kr), [odyssey@kbs.co.kr](mailto:odyssey@kbs.co.kr), [keunspark@kbs.co.kr](mailto:keunspark@kbs.co.kr), [mkim@icu.ac.kr](mailto:mkim@icu.ac.kr)

### Abstract

최근에 원본 콘텐츠에 부가적인 메타데이터를 워터마크 형식으로 연결 시키기 위한 시도들이 많이 있었지만, 이들을 객관적으로 평가하고 비교할 수 있는 표준 도구가 미미하였다. 이를 위해 MPEG-21 (Moving Picture Expert Group)에서는 멀티미디어 프레임워크 측면에서 이에 대한 방법들을 정의하고, 평가 절차에 대한 표준화를 시도하고 있다. 본 논문은 MPEG-21 에서 논의중인 디지털 콘텐츠와 이에 관련된 메타데이터의 지속적 연결을 위한 기술 평가 방법을 소개한다. 이 기술에 대한 배경, 표준화 현황 및 방향, 기술들의 종류, 응용분야, 기술의 평가 항목등에 대해 자세히 서술 할 것이다.

### I. 서론

현재까지의 멀티미디어 콘텐츠 전달 및 이용을 위한 기반 구조들이 개별적으로 발전해 왔으며, 이렇게 다양한 구조들을 통합적으로 관리하고 체계화 할 수 있는 큰 틀이 없었다. 이 때문에 멀티미디어 콘텐츠 표현 방식의 다양성에서 기인하는 호환성문제, 멀티미디어 콘텐츠 제작, 전달 및 이용 구조 전반에 혼재하는 네트워

크 전달 방식과 단말 방식의 다양성에서 기인하는 문제, 콘텐츠의 저작권 보호 및 관리 문제, 콘텐츠가 사용자들에게 전달되어진 후 이들을 이용할 때 발생하는 이벤트들에 대한 관리 체계에 대한 문제 등이 대두 되었다. 국제 표준화 단체인 ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG 에서는 이러한 문제에 대한 인식을 바탕으로 현재 존재하는 기술 및 기반 구조들 사이의 연동을 위한 프레임워크를 준비하고 있다. 이것이 MPEG-21 표준화 활동의 시초인데, 현재 MPEG-21 에서는 Part 1 부터 Part 13 까지 기술 보고서 및 표준 기술들을 제정하고 있다 [1]-[3].

Part 11 인 " Evaluation Methods for Persistent Association Technologies (PAT)"는 디지털 아이템에 워터마크 형식으로 메타데이터를 지속적으로 가질 수 있게 하는 기술을 객관적으로 평가 할 수 있는 절차를 표준화한다 [4]-[5]. 이 PAT 기술을 통하여, 콘텐츠에 대한 서술 사항 (description)과 식별자 및 각종 저작권 정보들을 XML 파일에 텍스트 형식이 아닌, 원본 콘텐츠에 워터마크 형식으로 삽입할 수 있다. 즉, PAT 는 콘텐츠에 대한 기술 사항과 식별자를 그 콘텐츠와 함께 관리하는 기본 목적을 가지고 있다. MPEG-21 Part 11 은 어떤 표준 기술을 정하는 것보다는 기술 보고서 (Technical Report)형식이며, 현재 WD 2.0 (Working Draft)까지 진행되고 있다.

이후 본 논문에서는 PAT 기술의 종류, 응용 분야, 요구사항, 및 평가 방법들에 대해 설명할 것이다.

## II. PAT 기술소개

원본 콘텐츠에 추가적인 메타데이터를 연결하는 것을 PAT (Persistent Association Technology)라고 정의한다. 이는 보통 워터마크 기술들이 많이 사용되는데, 이들을 객관적으로 평가하고 비교할 수 있는 방법들을 MPEG-21 Part 11 에서 제정하고자 한다. 평가 방법들을 논하기 이전에 이들 PAT 기술의 종류, 응용분야, 요구사항 등을 먼저 살펴 볼 것이다.

### 2.1 PAT 의 종류

MPEG-21 에서 정의한 디지털 콘텐츠와 이에 관련된 메타데이터의 지속적 연결을 위한 기술로는 아래와 같이 크게 네 가지가 있다 [5].

- 헤더 (Headers)
- 디지털 서명 (Digital Signatures)
- 핑거프린팅 (Fingerprinting)
- 워터마킹 (Watermarking)

헤더는 콘텐츠에 추가적인 헤더 정보를 추가하여 정보를 기술하고, 디지털 서명은 원 정보로부터 해쉬값 (hash value)을 생성하여 그 값을 개인키 (private key)로써 암호화하여 정보를 전달한다. 핑거프린팅은 콘텐츠 자체의 특징을 기반으로 해서 그 콘텐츠를 확인할 수 있게 하는 기술이다. 이는 퍼지 해쉬 (fuzzy hash) 또는 강인한 해쉬 (robust hash)로 불려진다. 워터마킹은 부가 정보 데이터를 다른 여분의 저장 위치에 담는 것이 아니고, 원본 콘텐츠에 혼합하여 저장하는 것이다. 위의 기술들을 크게 두 가지로 다시 분류 한다면, 메타데이터를 저장하기 위해 부가적인 데이터 저장 공간을 필요로 하는 기술과 여분의 저장 공간이 필요 없는 기술로 나눌 수 있다. 전자에는 헤더와 디지털 서명이 포함될 수 있으며, 후자에는 핑거프린팅과 워터마킹이 포함될 수 있다. 본 논문에서는 PAT 를 위해 여분의 저장 공간을 필요치 않는 워터마킹 기술에 초점을 맞추고 각 사항에 대해 서술할 것이다.

### 2.2 PAT 의 응용 분야

PAT 는 메타데이터와 콘텐츠가 동시에 요구되는 분야에서 중요하게 사용될 수 있다. 그러한 분야로서는 저작권 관리 및 보호, 인증, 방송 모니터링, 복사 제어, 무결성 조사, 부가 데이터 연결, 불법 사용의 추적 등이 있다.

저작권 관리 및 보호용의 PAT 는 콘텐츠를 저작권 관리 시스템 (DRM: Digital Right Management)에 연결된 적합한 상용 규칙과 지불 정보에 연결 시킨다. 이렇게 함으로써 콘텐츠가 DRM 시스템 밖으로 유출 되었다고 하더라도 그 콘텐츠를 사용하기 위해서는 다시 DRM 시스템으로 다시 들어오게 만드는 것이다.

인증용 PAT 는 콘텐츠의 진위 여부와 원 소유주를 확인할 수 있게 한다. 이는 더 세부적인 응용 분야에 따라서 워터마크의 강도 세기가 다를 수 있다. 가령 단순한 조작, 진위 여부를 확인하기 위해서는 아주 작은 콘텐츠 변형에서도 워터마크가 깨어져서 조작 여부를 나타내는 것이 있는 반면, 소유주를 확인하기 위해서는 아주 강한 워터마크가 요구된다.

방송 모니터링에서는 PAT 를 통하여 방송 및 인터넷에서 콘텐츠의 유출을 추적하며, 감시할 수 있다. 여기서는 주로 고유 식별자와 배포자, 그리고 시간 정보를 이용한다.

워터마킹을 위한 고유 식별자 (Unique Identifier for Watermarking : WUMI)가 있다. 여기서 고려하고 있는 WUMI 의 구조는 세 개의 필드로 구성되어 있는데, 이들은 EBU (European Broadcasting Union) 필드, 시간 카운터, 확장 필드이다. EBU 필드는 44 비트로 구성되는데, 이는 481 년 동안 100000000 개의 고유 식별자를 나타낼 수 있다. 시간 카운터는 19 비트로 구성되는데, 145 시간에 해당하는 524288 초 까지 계수 할 수 있다. 확장 필드는 아직 사용하고 있지는 않지만 나중에 사용을 위해서 예약되어 있는 것이다. 이 WUMI 는 고유 식별자와 저작권 보호 용도로써 사용될 수 있다.

아래 그림 1 은 식별자를 이용하여 워터마킹을 구성하고 있는데, 메모리 스택에 있는 식별자(ID)가 비밀키 (SKzzz)와 함께 워터마크 삽입기에 입력되어 워터마킹 된다.

### 2.3 PAT의 표준 기술을 위한 요구 사항

MPEG-21의 PAT는 몇 가지 관점에서 요구 사항을 규정하고 있는데, 이는 권고 사항 (Informative)이며, 이들을 정리하면 다음과 같다 [4]-[5].

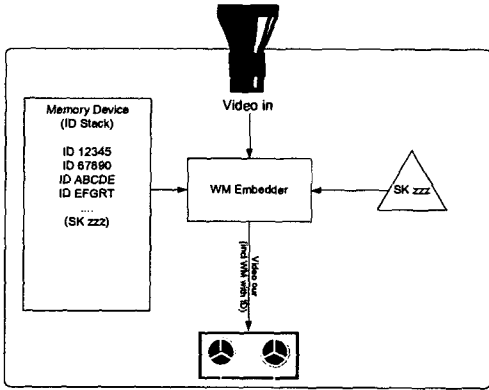


그림 1. 워터마크를 이용한 ID 부가정보와 원본 콘텐츠의 결합

#### 2.3.1 설계 원리 (Design Principles)

설계의 원리에는 암호화, 복원, 복잡도, 복수개의 기술에 관한 요구 사항이다. 암호화에서는 하나의 PAT가 그것의 암호화 방법을 명시해야 하며, 이의 기밀성이 알고리즘의 공개 여부에 종속된 것인지를 나타내어야 한다. 복원에서는 PAT의 복원을 요구하며, 복잡도는 PAT를 구현하는데 필요한 복잡도를 나타낸다. 가령 리소스의 렌더링보다 더 낮은 복잡도를 요구한다. 복수개의 기술에서는 한 개 이상의 기술이 사용될 때 어느 기술이 사용되었는지 판별가능 해야 한다.

#### 2.3.2 용량(Capability)

각 PAT는 그것의 정보 용량을 나타내어야 한다. 이는 콘텐츠에 적용되는 PAT를 가지고 실을 수 있는 정보의 용량을 나타낸다. 여기서 콘텐츠의 식별자, 거래 정보, 사용자들 정보, 시간정보, 인증 확인 정보 표현이 가능해야 한다. 또한 그러한 정보의 삭제 변경이 가능해야 하며, 스트리밍 환경에서 사용가능 해야 하며, 네트워크에 연결되지 않은 시스템에서 가능한지를 나타내어야 한다.

#### 2.3.3 신뢰성 (Reliability)

각 PAT는 신뢰도에 관련된 성능을 표시해야 한다. 여기에는 반복성과 정확성이 있는데, 반복성은 특정한 조건에서 동일한 콘텐츠에 반복적으로 적용된 원래 정보가 복원될 확률을 나타낸다. 또한, 정확성은 특정한 조건에서 하나의 콘텐츠에 적용된 원래 정보가 복원될 확률을 나타낸다.

#### 2.3.4 장애 허용성 (Resilience)

콘텐츠의 생성 이후에 편집 및 전송 과정에서 일반적으로 발생할 수 있는 변형(adaptation)들에 대해 MPEG-21 PAT는 그 강인성을 요구하고 있다. 즉 콘텐츠의 처리, 전송과정에서 발생하는 변형으로 인해 워터마크가 훼손되지 말아야 하는 것이며, 혹 약간의 훼손이 있다고 하더라도 복원 가능한 수준이어야 하는 것이다. 이런 변형 요인들로는 밝기 변화, 색상 조정, 회전, 신호 압축, 아날로그-디지털 (AD) 변환, 잡음 등이 있다. 여기에 대한 구체적인 수치들은 아직 규정되지 않았지만 차후에 필요한 기준을 마련할 예정이다.

앞에서 언급한 것이 의도치 않은 자연스런 변형이라고 한다면, PAT를 일부러 훼손하여 그 정보를 소멸하는 변형도 있다. 여기서는 이를 악의적인 공격 (malicious attack)이라고 부르며, 이를 막기위한 수많은 연구들이 진행되고 있다.

PAT를 생성한 사용자의 허가 없이 임의로 그 정보를 제거하였을 때, 이전에 그 정보가 있었음을 보일 수 있는 증거가 있어야 한다. 이렇게 함으로써, 그 PAT 기술이 여러 악의적인 공격에 완벽히 강인하지 못한다 하더라도 최소한 지정된 콘텐츠에 악의적인 공격이 있었음을 증명할 수 있다는 것이다.

#### 2.3.5 인지성 (Obtrusiveness)

일반적으로, PAT를 강인하게 삽입하기 위해서는 종종 그 콘텐츠의 음질이나 화질의 열화를 초래한다. 따라서 MPEG-21에서는 어느 일정한 범위 내에서 워터마크로 인한 콘텐츠의 열화 방지를 권고하고 있다.

### 2.4 PAT의 평가 방법

여기서는 PAT 중에서 워터마크 기술의 평가를 위한 항목과 절차를 포함하고 있는데, 현재까지는 약간의 평가 항목만 기술하고 있는 상태이다. 평가 항목은

위에서 기술한 요구사항의 항목에 포함되어 있는데, 이의 구체적인 평가 항목은 다음과 같다 [4]-[5].

2.4.1 신뢰성(Reliability)

MPEG-21 PAT 에서는 신뢰성 평가를 위해 아래와 같이 세가지 항목을 규정하고 있지만, 아직 구체적인 수치는 없는 상태이다. 첫번째는 주어진 워터마크에 유무에 대해 있는데 없다고 판정하는 것과 없는데 있다고 판정하는 비율에 대한 항목 (false negative and false positive rates) 이며, 두번째는 워터마크 정보의 올바른 인식률 (correct recognition rate), 그리고 세번째는 워터마크 정보의 비트 에러율 (bit error rate)의 평가 기준이다.

2.4.2 인지성(Perceptibility)

인지성에 대한 평가 기준은 주관적인 판단을 이용하려고 한다. 이는 오디오와 비디오에 대해 인간의 청각과 시각에 인지되는 정도에 따라 평가를 하는 것이다.

2.4.3 페이로드(Payload) 정보량

워터마크 정보를 얼마나 많이 삽입할 수 있는냐에 대한 평가 기준인데, 이를 위해서는 반대 급부적으로 음질, 화질의 열화를 초래하거나, 덜 강인한 방법으로 정보를 삽입해야 하는 단점이 있다. 아직 이에 대한 구체적 수치는 규정된 것이 없는 상태이다.

2.4.4 강인성(Robustness) 평가

현재 마련된 강인성 평가 기준은 아주 간단한 세가지 정도만 규정되어 있다. 우선 아날로그-디지털 변환(AD-DA), 필터링(filtering), 손실 압축(lossy compression)이 있다. 이들은 콘텐츠 편집 및 전송에 있어 발생할 수 있는 변형 요인이며, 악의적인 공격 및 다른 편집 및 전송으로 인한 변형 요인들에 대한 평가 기준들도 마련될 것으로 예상된다.

2.4.5 입도(Granularity)

여기서 정의한 입도(granularity)라는 것은 하나의 마크를 삽입하기 위해 필요한 최소 데이터 단위를 일컫는다. 가령 비디오 데이터에서 워터마크 정보의 한 비트를 삽입하기 필요한 최소 화소수가 입도를

평가하는 기준이 될 수 있다. 하지만 아직 마련된 수치는 없는 상태이다.

2.4.6 복잡성(Complexity)

워터마크를 이용하는 PAT 기술에서는 복잡도의 평가 기준이 워터마크 삽입과 추출, 그리고 재삽입에 필요한 계산량이다. 이는 오디오 및 비디오에 모두 적용되며, 현재까지는 이들 항목만 규정된 상태이다.

III. 결론

본 논문에서는 MPEG-21 에서 논의중인 디지털 콘텐츠와 이에 관련된 메타데이터의 지속적 연결을 위한 기술 (PAT) 평가 방법들을 살펴보았다. 세부적으로는 이 기술에 대한 배경, 표준화 현황 및 방향, 기술들의 종류, 응용분야, 기술의 평가 항목등에 대해 정리를 하였다. 현재 MPEG-21 Part 11 PAT 의 평가 항목 및 절차의 규정이 아직 초기 단계이며, 표준 기술 보고서가 나오기 까지는 상당한 시간이 걸릴 것으로 예상된다. 또한 EBU, 몇몇 워터마크 평가 도구 등 기존의 워터마크 연구 결과에서 많은 부분을 참조할 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] Draft PDTR 21000-1 2<sup>nd</sup> Edition, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N5534, Mar. 2003.
- [2] Jan Bormans and Keith Hill, "MPEG-21 Overview v.5", ISO/IEC JTC1/ SC29/WG11 N5231, Oct. 2002.
- [3] Jan Bormans, "MPEG-21 Requirements v1.4", ISO/IEC JTC1/ SC29/WG11 N5333, Dec. 2002.
- [4] Niels Rump and Paul Jessop, "Evaluation Methods for Persistent Association Technologies WD", ISO/IEC JTC1/ SC29/WG11 M9392, Mar. 2003.
- [5] Niels Rump and Paul Jessop, "Evaluation Methods for Persistent Association Tools Working Draft v2.0", ISO/IEC JTC1/ SC29/WG11 N5536, Mar. 2003.