

MPEG-21에서 PAT 및 이들의 평가방법

김종남, 박근수 (한국방송공사 기술연구소)

I. 서론

지난 몇 년 동안 저작권 보호, 메타데이터 서술, 복사 제어, 위/변조 방지 등 다양한 사용 시나리오를 위해 콘텐츠에 사용자 메타데이터를 삽입하는 기술(PAT : Persistent Association Technologies)들이 지속적으로 연구되어 왔다¹⁾. 워터마킹 기술 또한 이의 한 종류이며, 이들의 다양한 기술적 방법으로 인해 이들을 전 세계적으로 호환성 있게 사용하고자 하는 문제가 대두되었다. 가령 복사 제어를 위해 다양한 워터마킹 기술들이 여러 회사에서 개발되었지만 이들 회사들마다 각각 다르게 동작하는 메커니즘을 가지기 때문에 업계에서는 많은 어려움을 겪은 것이다. 이러한 문제점 때문에 국제 표준화가 논의되었으며, 이런 표준화에는 워터마크를 재삽입, 검출하는데 필요한 표준정보 뿐만 아니라 각 기술들의 우수성을 공정하게 평가 할 수 있는 평가 방법들을 포함하고 있다. 이들 표준화 활동에는 MPEG-2/4/21, CPTWG, SDMI, STEP, cIdf 등이 있는데, 이들 중에 현재 가장 활발히 진행되는 것은 MPEG-2/4/21분야이며, 다른 표준화 활동들은 현재 중단했거나 또는 그

활동이 아주 미미한 상태이다²⁻³⁾.

MPEG-2/4의 워터마킹 기술은 MPEG-2 Part 11과 MPEG-4 Part 13의 IPMP (Intellectual Property Management and Protection)에서 표준화되고 있다. MPEG-2/4의 성공적인 표준화 작업을 진행한 후에, 종래의 아날로그 콘텐츠들이 디지털로 압축되어 저장 및 전송이 가능해지다 보니 이로 인한 저작권 보호문제가 대두된 것이다. 이러한 문제점에서 IPMP에 대한 표준화가 시작되어, 현재는 표준화가 거의 마무리단계에 와 있다. 여기서는 IPMP 도구를 식별 및 서술하는 것에서부터 비트스트림에서의 IPMP도구 표현, IPMP제어 정보의 위치, IPMP 서술자의 선택스(syntax) 및 시맨틱스(semantic), 각종 IPMP도구 및 이의 메시지 등을 표준화한다. MPEG-2/4 IPMP에서의 워터마킹 기술은 IPMP 도구 중 하나로 사용되며, 현재 워터마킹 검출 및 삽입을 위한 초기정보 데이터와 워터마크 검출 후에 IPMP 도구에서 사용자 터미널에 보고하는 데이터 형식을 표준으로 정의하고 있다²⁻³⁾.

한편, MPEG-21은 다른 각도에서 워터마킹 관련 기술을 권고하고 있는데, MPEG-21의 여러 파트(Parts)중에서 Part 11인 "Evaluation

Methods for Persistent Association Technologies (PAT)”는 디지털 아이টে 메타데이터를 지속적으로 가질 수 있게 하는 기술을 객관적으로 평가할 수 있는 절차를 규정한다^[47]. 즉 PAT는 디지털 아이টে 메타데이터를 지속적으로 가질 수 있게 하는 기술을 지칭하는 것이다. 워터마킹도 PAT의 일종으로 볼 수 있는데, 이 PAT 기술을 통하여 콘텐츠에 대한 서술 사항(description)과 식별자 및 각종 저작권 정보들을 XML파일에 텍스트 형식으로, 또는 원본 콘텐츠에 워터마크 형식으로 삽입할 수 있다. 즉, PAT는 콘텐츠에 대한 기술사항과 식별자를 그 콘텐츠와 함께 관리하는 기본 목적을 가지고 있으며, MPEG-21 Part 11은 어떤 표준 기술을 규정하기보다는 평가 방법을 권고하는 기술 보고서(Technical Report) 형식이며, 현재 PDTR(Proposed Draft Technical Report)의 표준화 단계까지 진행되고 있다. 따라서 이 기술보고서는 어떤 기술을 표준으로 규정하는 것이 아니고, 객관적인 평가 방법을 마련하여 여러 PAT 기술을 객관적으로 비교할 수 있는 잣대로 사용될 수 있을 것이다^[47].

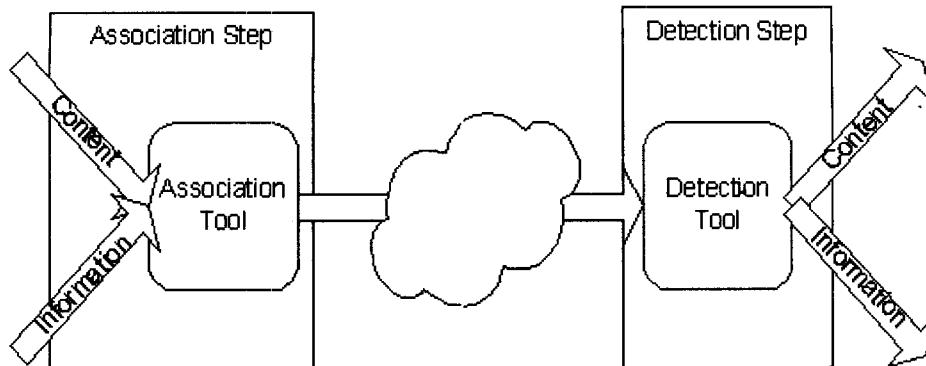
본 고에서는 현재의 MPEG-21에서 PAT 기술에 대한 전반적인 사항들을 정리할 것이다. 2장에서는 PAT기술의 정의와 네 가지의 PAT 기술의 분류, 이의 대표적인 응용분야 및 MPEG-21에서 정의하는 PAT의 기술적인 요구사항을 살펴볼 것이다. PAT의 네 가지 기술 분류에는 워터마킹 기술을 포함하여 단순히 리소스의 헤더 부분에 메타데이터를 삽입하는 헤더 삽입기술, 이의 단점인 위/변조 방지를 위한 디지털 서명 기술, 그리고 콘텐츠에 부가적인 메타데이터를 삽입하지 않고, 대신 콘텐츠 자체의 특징을 추출하여 이 특징에 대응되게 데이터 베이스에 사

용자 메타데이터를 관리하는 핑거프린팅(Fingerprinting) 기술이 있다. PAT의 기술적 요구사항에서는 MPEG-21에서 규정하고 있는 PAT 기술이 갖추어야 할 요구사항들을 간단히 정리할 것이다. III장에서는 현재 MPEG-21 Part 11 PDTR의 PAT 기술의 다양한 평가 방법에 대해 설명할 것이며, 여기서의 평가 방법은 크게 일곱 가지의 관점(핑거프린트 크기, 워터마크 페이로드 용량, 입도, 인지성, 신뢰성, 강인성, 복잡성)에 의거하여 규정한 것이다. IV장에서는 이들 평가 방법에 대한 테스트 환경과 평가의 자동화를 위한 서술을 하고 있으며, 마지막으로 V장에서는 결론으로서, 현재의 평가 방법에서 필요한 추가 작업 및 향후 비디오 PAT 관련 평가 방법에 대한 예상으로 본 고를 마무리 할 것이다. 본고는 워터마킹 기술의 개발자나, 워터마킹 기술을 이용하여 콘텐츠를 관리하고자 하는 사용자 등에게 효율적으로 다양한 워터마킹 기술을 비교할 수 있는 기준을 제공할 것이다.

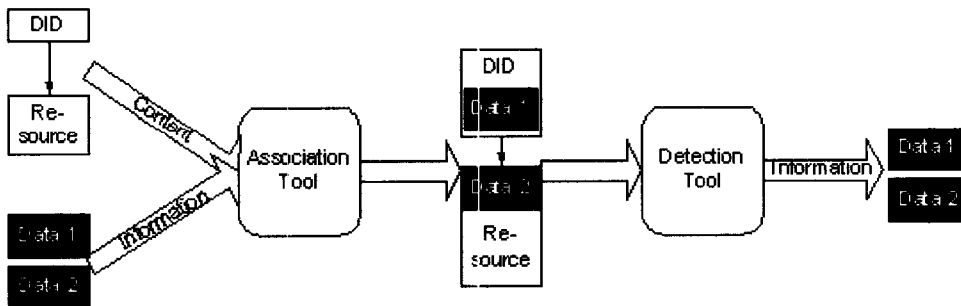
II. PAT 개요

1. PAT의 종류

MPEG-21에서는 원본 콘텐츠에 부가적인 메타데이터를 연결 또는 삽입하는 기술을 PAT(Persistent Association Technology)라고 정의한다. 그림 1은 PAT 기술의 개념과 그 진행 절차를 보여주고 있는데, 그림 1에서 보여지는 것처럼, 연결 도구를 사용하여 원본 콘텐츠와 사용자 정보를 함께 묶고, 이를 사용하다가 필요한 시점에서 사용자 정보 검출 도구를 사용하여 원본 콘텐츠와 사용자 정보를 분리해 낸다. 이의 대표적인 기술이 워터마킹인데, 이들에 대한 기



〈그림 1〉 일반적인 PAT 개념과 진행 절차



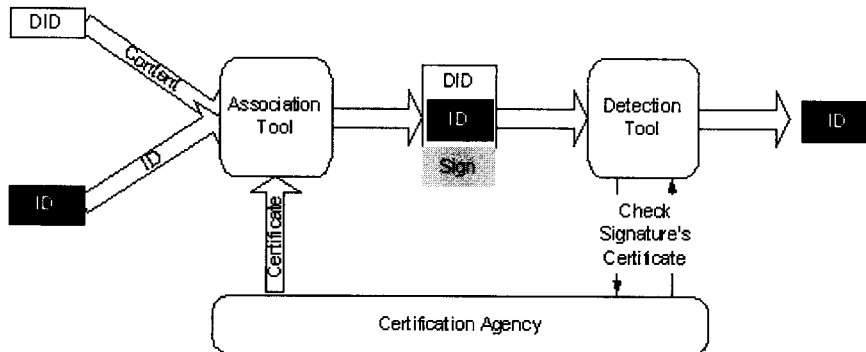
〈그림 2〉 헤더 삽입 기술과 진행 절차

술들이 많이 발표되고 있다.

수많은 PAT를 객관적으로 평가하고 비교할 수 있는 방법들을 MPEG-21 Part 11에서 제정하고자 하는데, 평가 방법들을 논하기 이전에 이들 PAT 기술의 종류, 응용분야 등을 먼저 살펴 볼 것이다. MPEG-21 에서 정의한 디지털 콘텐츠와 이에 관련된 메타데이터의 지속적 연결을 위한 기술로는 크게 네 가지 기술을 들 수 있는데, 헤더삽입, 디지털 서명, 핑거프린팅 (Fingerprinting), 워터마킹 (Watermarking)이 있다⁷⁾.

가) 헤더 (Header) 삽입 기술

헤더삽입 기술은 파일이나 원본 콘텐츠의 헤더 부분에 사용자의 정보를 삽입하는 가장 간단한 방법이다. 그림 2는 헤더 삽입 기술을 통하여 콘텐츠에 사용자 정보를 묶는 개념을 보여준다. 그림 2에서는 원본 콘텐츠가 DID와 리소스로 구성이 되는데, 여기에 사용자 정보를 각각 삽입하게 되며, 사용자 정보 Data1 과 Data2는 각각 DID와 리소스에 삽입되는 것이다. 검출 도구를 사용하여 하나로 묶인 콘텐츠에서 각각의



〈그림 3〉 디지털 서명을 이용한 정보 삽입

사용자 정보를 추출하고 있다. 이 방법은 사용자 정보의 삽입/추출이 쉬운 반면 위/변조등의 보안 측면에서는 취약한 단점이 있다.

나) 디지털 서명 (Digital Signature) 기술

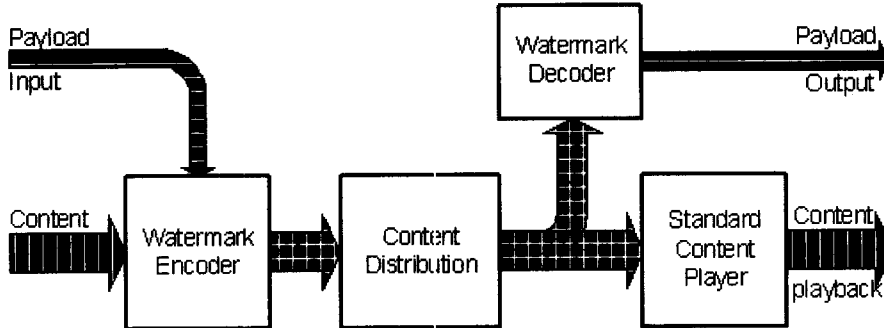
위의 헤더 삽입 기술은 사용자의 정보를 헤더 부분에서 제거하거나 변경이 가능하다는 단점이 있는데, 이의 단점 때문에 사용자 정보의 제거가 불가능하고, 위/변조 판별이 가능한 디지털 서명이 나왔으며, 이는 원 정보로부터 해쉬값 (hash value)을 생성하여 그 값을 개인키 (private key)로써 암호화하여 정보를 삽입한다. 그림 3은 디지털 서명을 이용하여 사용자 정보를 DID에 삽입하고 추출하는 것을 설명하는데, 다음과 같은 절차대로 동작한다. 삽입 도구에서의 동작 절차로는, 원본 콘텐츠 DID에 사용자 정보 ID의 해쉬합 (hash sum)을 계산 후에 서명을 생성하기 위해 인증과 서명 알고리즘을 사용하고, 원본 콘텐츠의 DID에 결과 서명을 추가한다. 한편, 검출 도구에서의 동작 절차로는, 서명이 없는 원본 DID의 해쉬합을 계산한 후, 디지털 서명의 역과정을 통한 해쉬값을 구하고, 위의 두 가지 해쉬합을 비교한다.

다) 워터마킹 (Watermarking) 기술

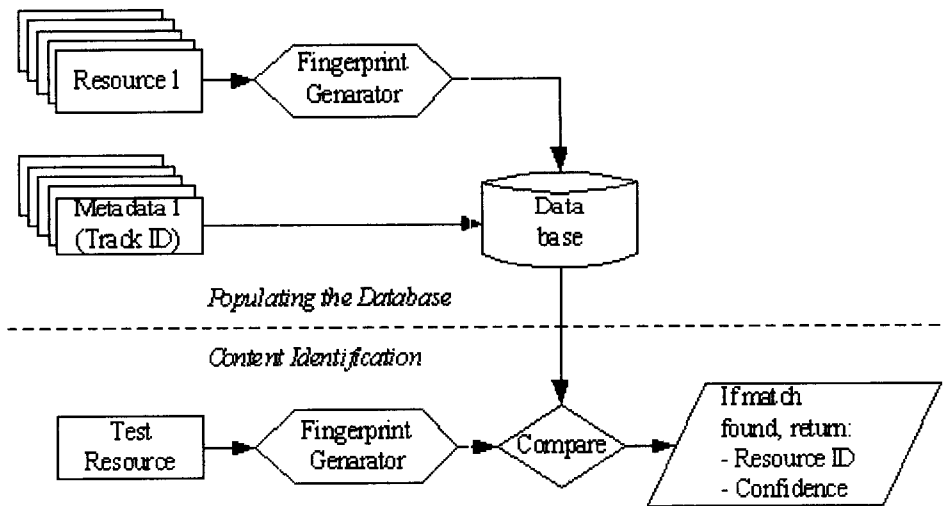
워터마킹은 부가 정보 데이터를 다른 여분의 저장 위치에 담는 것이 아니고, 그림 4에서 보는 것처럼 원본 콘텐츠에 혼합하여 저장하는 것이다. 그림 4에서처럼, 원본 콘텐츠는 워터마크 삽입기를 통하여 사용자 정보를 혼합하게 된다. 이를 유통시킨 후에 필요한 시점에서 워터마크 검출기를 통하여 워터마크를 추출하여 사용자 정보를 확인하게 되는데, 이 기술의 가장 큰 장점은 인간의 감각이 인지하기가 힘들고, 여분의 데이터 저장공간이 필요 없다는 것이다. 이 기술의 우수성 판별 기준은 인간의 감각이 가능한 인지가 어렵게 하는 것이며, 또한 원본 콘텐츠의 심한 훼손 없이는 워터마크 제거 및 변경이 어렵게 하는 것이다.

라) 핑거프린팅 (Fingerprinting) 기술

위의 세 가지 PAT 기술은 사용자 데이터를 접합하거나 혼합해서 사용자 정보를 원본 콘텐츠에 추가하는 것인데 반해, 핑거프린팅 기술은 원본 콘텐츠의 특징 파라미터들을 이용하여 사용자 정보를 이용할 수 있게 하는 기술이다. 따라서 이 기술은 부가적인 데이터의 증가나, 원본



〈그림 4〉 워터마킹 기술과 진행 절차



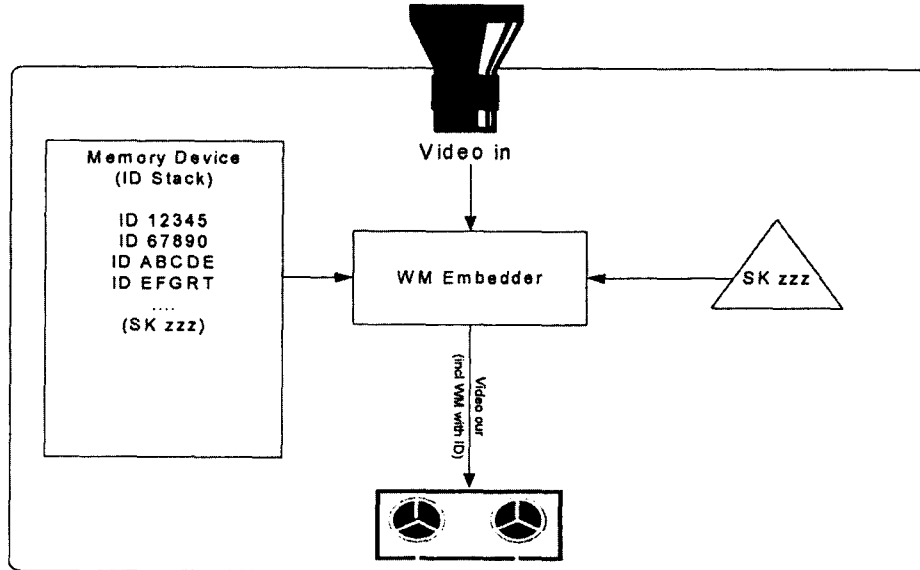
〈그림 5〉 핑거프린팅 기술과 진행 절차

콘텐츠의 질을 저하시키지 않은 장점이 있다. 그림 5에서 보는 것처럼, 핑거프린트 생성기에서 원본 리소스의 특징 파라미터들을 추출하고, 사용자 정보를 그 파라미터에 대응되게 데이터베이스에 저장한다. 한편 검출 시에는, 원하는 콘텐츠를 핑거프린트 생성기에 입력하여 특징 파라미터들을 추출한 후에 이들을 데이터베이스

에서 검색을 한다. 정확히 일치하는 파라미터가 있다면, 그에 대응되는 정보를 사용하면 된다.

2. PAT의 응용 분야 사용 시나리오

PAT 기술은 메타데이터와 콘텐츠가 동시에 요구되는 분야에서 중요하게 사용될 수 있다.



〈그림 6〉 워터마크를 이용한 ID 부가정보와 원본 콘텐츠의 결합

그러한 분야로서는 저작권 관리 및 보호, 인증, 방송 모니터링, 복사 제어, 무결성 조사, 부가 데이터 연결, 불법 사용의 추적 등 수많은 분야들이 있다^{11.7)}.

저작권 관리 및 보호용의 PAT 기술은 콘텐츠를 저작권 관리 시스템 (DRM: Digital Rights Management)에 연결된 적합한 사용 규칙과 지불 정보에 연결시킨다. 이렇게 함으로써 콘텐츠가 DRM 시스템 밖으로 유출되었다고 하더라도 그 콘텐츠를 사용하기 위해서는 다시 DRM 시스템으로 다시 들어오게 만드는 것이다.

인증용 PAT는 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 강

인한 워터마크가 요구된다.

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

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

6은 식별자를 이용하여 워터마킹을 구현하고 있는데, 메모리 스택에 있는 식별자(ID)가 비밀 키 (SKzzz)와 함께 워터마크 삽입기에 입력되어 워터마킹 된다.

3. PAT의 표준 기술을 위한 요구 사항

MPEG-21 Requirement 그룹에서는 PAT 기술에 대해 요구 사항을 규정하고 있는데, 이는 권고 사항 (Informative)이며, 워터마킹 기술을 개발 시 규정하는 요구 사항을 점검하고 명시할 것을 권고하고 있다. 요구사항은 크게 다섯 가지 관점에서 정의하고 있는데, 여기에는 설계 원칙, 용량, 신뢰성, 장애 허용성, 인지성이 있으며, 이의 요구사항을 정리하면 다음과 같다¹⁶⁷⁾.

가) 설계 원칙 (Design Principles)

설계의 원칙에는 암호화, 복원, 복잡도, 복수개의 기술에 관한 요구 사항이 있다. 암호화에서는 하나의 PAT가 그것의 암호와 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.

나) 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, 시간 정보, 인증 확인 정보 표현이 가능해야 한다. 또

한 그러한 정보의 삭제 변경이 가능해야 하며, 스트리밍 환경에서 사용가능 해야 하며, 네트워크에 연결되지 않은 시스템에서 가능한지를 나타내어야 한다.

다) 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.

라) 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 막기 위한 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 PAT기술이 여러 악의적인 공격에 완벽히 강인하지 못한다 하더라도 최소한 지정된 콘텐츠에 악의적인 공격이 있었음을 증명할 수 있다는 것이다.

마) 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.

III. PAT의 주요 평가 방법

앞에서 언급했듯이, MPEG-21 Part 11에서는 PAT 기술들 중에서 워터마킹과 핑거프린팅 기술의 평가 방법만을 규정하고 있다. 이 두 가지 기술에 대해서, 오디오 데이터의 평가 방법이 MPEG-21 Part 11 PDTR (Proposed Draft Technical Report)에 정의되어 있으며^[7], 비디오, 정지영상, 텍스트에 대해서는 이후 버전에서 다를 것으로 예상된다. 이들 평가 방법들은 여러 PAT 기술들 중에서 사용자가 원하는 기술을 선택하는 또는 PAT 개발자가 그의 기술들을 공정하게 평가받을 수 있는 하나의 지표로서 사용될 것이다. 현재 크게 일곱 가지의 기술 평가 방법을 규정하고 있는데, 여기에는 핑거프린트 크기, 워터마크 페이로드, 입도, 인지성, 신뢰성, 강인성, 복잡도의 평가 항목이 있으며, 이들을 정리하면 다음과 같다.

1. 핑거프린트 크기

핑거프린트의 크기에는 두 가지가 있는데, 그

림 7에서처럼 하나는 하나의 핑거프린트를 만들기 위한 원본 콘텐츠의 크기이고, 또 하나는 하나의 핑거프린트의 저장 용량의 바이트 수이다. 여기서 핑거프린트의 크기가 작을수록 데이터 베이스의 저장 공간을 적게 차지하고, 처리 속도도 빨라지게 된다. 이 크기가 작을수록 핑거프린트의 신뢰도가 떨어지기 때문에 적절히 그 크기를 조정해야 한다.

2. 워터마크 페이로드(Payload)

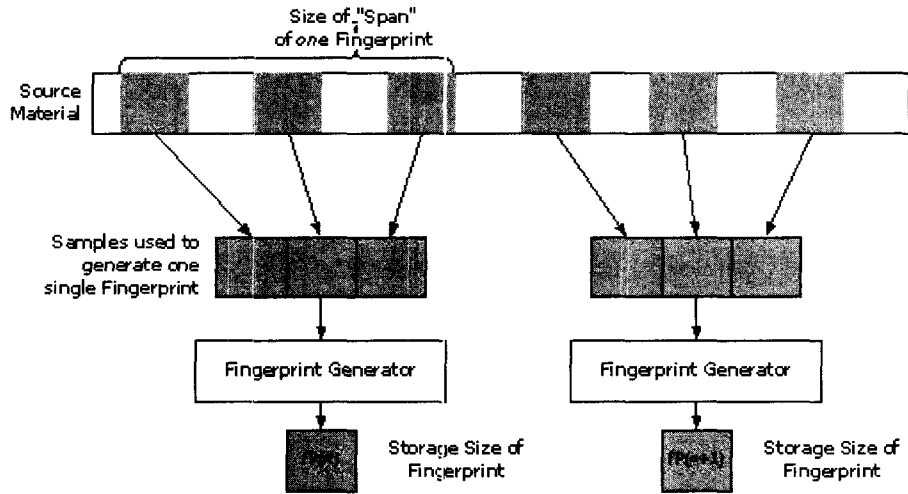
워터마크 페이로드는 사용자 정보를 원본 콘텐츠에 넣을 수 있는 비트수이다. 워터마크 정보를 얼마나 많이 삽입할 수 있는가에 대한 평가 기준인데, 이를 위해서는 반대 급부적으로 음질, 화질의 열화를 초래하거나, 덜 강인한 방법으로 정보를 삽입해야 하는 단점이 있다. 물론 이 수치는 크면 클수록 많은 정보를 넣을 수 있기 때문에 가능하면 클수록 좋다.

3. 입도(Granularity)

여기서 정의한 입도(granularity)라는 것은 하나의 마크를 삽입하기 위해 필요한 최소 데이터 단위를 일컫는다. 가령 오디오 데이터에서 워터마크 정보의 한 비트를 삽입하기 위해 필요한 최소 샘플수가 입도를 평가하는 기준이 될 수 있다. 물론 이의 수치는 적을수록 좋은 것이며, 이렇게 할수록 더 세부적인 단위에 대해 저작권 보호 및 필요 정보 삽입 수단이 될 수 있다.

4. 인지성(Perceptibility)

인지성은 워터마크를 원본 콘텐츠에 삽입했



〈그림 7〉 핑거프린트와 원본 콘텐츠의 크기

〈표 1〉 오디오 워터마킹의 인지도를 평가하는 방법들

테스트 방법	테스트 타입	목표 용량
BS.1116	주관적	높음
Pair Test	주관적	아주 높음
MUSHRA	주관적	보통
PEAQ	객관적	약간 높음
PAQM	객관적	높음
NMR	객관적	약간 높음

을 때 인간이 인지할 수 있는 정도를 평가하는 것이며, 이는 오디오와 비디오에 대해 인간의 청각과 시각에 인지되는 정도에 따라 평가를 한다. 이는 현재 표 1처럼 원하는 품질과 주관적 또는 객관적 평가 방법으로 분류할 수 있으며, 워터마킹에만 적용되는 평가기준이다.

5. 신뢰성(Reliability)

MPEG-21 PAT에서는 신뢰성 평가를 위해 아래와 같이 세 가지 항목을 규정하고 있는데, 첫

번째는 주어진 워터마크에서 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)이다.

6. 강인성(Robustness)

강인성 평가는 자연적인 또는 고의적의 프로세싱으로 인하여 사용자 정보가 제거되거나 훼손되는 정도를 평가하는 것이다. 현재 마련된 강인성 평가 기준의 각 항목으로는 압축, 아날로그-디지털 변환 (AD-DA), 필터링(filtering), 다운 믹싱 (down-mixing), 시간축 변경, 스튜디오 기법, 일부 추출/제거 (cropping or excerpting), 및 이들의 복합 방법 등이 있다. 각 평가 항목에 대한 세부적인 방법들은 표 2와 같이 규정되어 있다.

〈표 2〉 오디오 워터마킹 강인성 평가 방법들

공격 타입	공격 항목	파라미터 타입
Perceptual Coding	MPEG Layer 2 MPEG Layer 3 MPEG-2 AAC MPEG-4 AAC 다른 상용 코덱들 (Dolby AC-3, Eolby E, MS WMA9)	다양한 비트율
Tandem Coding		다양한 코더 및 비트율
AD/DA Conversion		
Filters	High-pass Low-Pass Band-Pass All-Pass	다양한 주파수
Down-mixing	Multi-channel to stereo Stereo to mono Multi-channel to Dolby Dolby Prologic	
Signal Addition	Pink Noise White Noise Voice-over	다양한 dB 레벨
Time scale modifications	Changing the sampling rate Pitch corrected time scaling Speed change	다양한 속도
Studio Techniques	Pitch shifting Multi-band equalization Echo addition	다양한 레벨
Cropping or excerpting		다양한 길이
Combinations of the above		

7. 복잡성(Complexity)

워터마크를 이용하는 PAT 기술에서는 복잡도의 평가 기준이 워터마크 삽입과 추출, 그리고 재

삽입에 필요한 계산량이다. 이를 위한 평가 방법으로는 삽입하거나 검출하는데 필요한 프로세서의 사이클 횟수, 프로그램 코드의 메모리 소모량, 지연 시간, 데이터베이스 메모리 용량 등이 있다.

〈표 3〉 PAT 평가의 자동화를 위한 절차

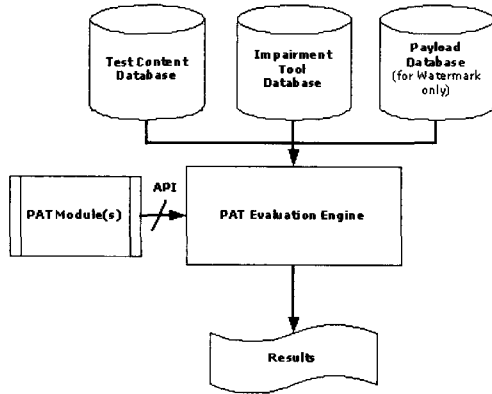
절차	자동화 여부
응용분야에 대한 기술의 적용성 평가	수작업
평가 절차의 기준 마련	수작업
테스트 입력과 출력 규정	수작업 - 평가 환경을 설정
결과 분석을 위한 방법 준비	수작업 - 평가 방법을 설정
평가 수행 및 결과 수집	자동화 - 테스트 엔진을 갖춘 PAT 모듈 연결 - 테스트 실행 - 개별 테스트 결과의 출력 - 생성된 결과의 수집 - 결과의 산정 계산 - 자동화된 결과 보고
평가 결과의 분석	수작업

IV. 기술 평가의 환경과 자동화

수많은 PAT 기술들을 평가하는데 있어서, 평가 절차에 대한 자동화를 권고하고 있는데, 이는 기술 평가 절차에서 수작업과 자동화 단계를 분리하여 효율적인 기술평가를 피하기 위함이다. 앞에서 논의한 기술평가 항목은 자동화 단계에서 실행할 수 있는 항목이며, 이외에 몇 가지를 추가적으로 고려해야 한다.

표 3에서는 PAT 평가의 자동화를 위한 절차를 순서적으로 나타내고 있으며, 그림 8에서는 표 3의 평가 수행을 위한 테스트 환경 설정을 보여 주고 있다. 이 그림에서는 표 3의 몇몇 수작업을 거친 후, 평가 수행에 해당하는 단계에서의 작업 환경을 보여주는 것이다. PAT 기술을 평가할 때 일반적으로 표 3의 절차대로 수행을 하는데, 여기에서 수작업과 자동화 작업이

혼재되어 있다. 우선 PAT 기술의 평가를 위해서는 원하는 응용분야에 대한 기술의 적용성 평가가 있어야 하는데, 이는 원하는 응용분야에 검사하려는 PAT 기술이 적합한지를 판별해 내는 것이다. 그리고 해당 PAT 기술들이 그 응용분야에 적합하다고 판단되면 평가 절차의 기준을 마련해야 하며, 평가에서 각각 테스트 입력과 출력을 규정하는 작업이 필요하다. 테스트 입출력이 결정되면 평가 결과 항목을 정하고, 이들의 분석을 위한 방법을 준비하는 작업이 필요하다. 여기까지는 일관된 자동화 작업의 적용이 어렵기 때문에 모두 수작업을 요하며, 이후에 평가 수행 및 결과 수집을 하게 되는데 이는 평가 수행 도구에 의하여 자동으로 PAT 기술들을 평가하여 일련의 결과들을 얻을 수 있다. 여기서 PAT 기술의 평가가 끝나는 것이 아니고 이후에 마지막으로 평가 결과에 대한 분석 작업이



〈그림 8〉 자동화된 테스트 환경

필요하게 되는데, 이 작업은 개별적으로 점검해야 하는 수작업에 해당하게 된다.

V. 결론

본 논문에서는 MPEG-21에서 논의중인 디지털 콘텐츠와 이에 관련된 메타데이터의 지속적 연결을 위한 기술 (PAT)과 이들의 평가 방법들을 살펴보았다. 세부적으로 MPEG-21 PAT의 기술적 정의, 응용분야, 기술적 요구사항, PAT의 평가 방법 및 평가 환경 등을 정리하였는데, 이 중에서 PAT의 평가 방법 및 평가 환경이 가장 중요한 사항이라 할 수 있다.

현재의 MPEG-21 Part 11 PDTR에서는 오디오에 대한 PAT의 평가 방법만 규정하고 있는데, 평가 방법을 선정하는 가이드라인의 역할만을 할 것으로 추측된다. 좀더 객관적이고 정확한 평가를 위해서는 각 평가 방법에 대한 좀 더 구체적인 파라미터와 수치의 규정, 그리고 평가 환경을 구체적으로 명시할 필요가 있다.

오디오 PAT이외에 비디오, 정지영상, 텍스트 PAT에 대한 평가방법은 MPEG-21 Part 11의 차기버전에서 다룰 예정이다. 사실 멀티미디어 데이터에서는 오디오 데이터에 비해 비디오 데이터가 더 중요한 요소인데, 이에 대한 기술 보고서 표준화 작업이 미진하여 차기 버전에서 진행하기로 하였다. 비디오 워터마킹의 평가 방법에 대해서는 EBU 및 ITU에서 많은 선행 연구를 수행하였으며 [8-9], 비디오 PAT에 대한 평가방법 제정을 위해서는 이들에 대한 참조가 많을 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] S. Katzenbeisser, and F.A.P. Petitcolas, Information Hiding techniques for steganography and digital watermarking, Artech House, 2000.
- [2] C.A. Schultz, FPDAM ISO/IEC 14496-1:2001 / AMD3, ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11/N4701, 2002.
- [3] ISO/IEC FDIS 13818-11: 2003 Part 11: IPMP on MPEG-2 systems, 2003.
- [4] J. Bormans and K. Hill, MPEG-21 overview v.5, ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11/N5231, 2002.
- [5] N. Rump, MPEG-21 MDS - Frequently Asked Questions (FAQ) v.5, ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11/N5875, 2002.
- [6] J. Bormans, MPEG-21 Requirements v.1.5, ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11/N5873, 2003.
- [7] ISO/IEC PDTR 21000-11, Evaluation tools for persistent association technologies, ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11/N6274, 2003.
- [8] L.Cheveau, E.Goray, and R. Salmon, "Watermarking -summary results of EBU test," EBU Technical Review, March 2001.
- [9] Methodology for the Subjective Assessment of the

Quality of Television Pictures: Recommendation
ITU-R BT.500-10. ITU Radiocommunication
Assembly, 2000.

저자소개



김종남

1995년 금오공과대학교 학사졸업
1997년 광주과학기술원 석사졸업
2001년 광주과학기술원 박사졸업
2001년-현재 KBS 기술연구소
주관심분야 멀티미디어 데이터 압축, 멀티미디어 신
호처리, 멀티미디어 통신, 워터마킹, MPEG-21 멀티
미디어 프레임워크



박근수

1982년 서울대학교 학사졸업
1984년 한국과학기술원 석사졸업
1984년-현재 KBS 기술연구소
주관심분야 HD/SD 전송장비 개발, 영상 처리, 워터마
킹, MPEG-21 멀티미디어 프레임워크