

Watermarking 기술의 디지털 방송 응용

□ 김종원 · 신등환 · 신승원 · 최종욱 / (주)마크에니

1. 서 론

컴퓨터 기술과 인터넷의 발달로 디지털 콘텐츠의 생성과 배포가 용이해지면서 불법적인 콘텐츠의 이용이나 배포가 이루어지고 있다. 이미 미국에서는 mp3.com[1]과 같은 콘텐츠의 불법적인 이용에 대해서 뿐만 아니라 불법적인 배포를 조장할 수 있는 냅스터[2]에 대해서도 불법이라는 판정을 내렸다. 디지털 콘텐츠의 중요성이 높아지면서 이에 대한 법적인 보호장치가 만들어지고 있으며, 미국은 2000년도에 Digital Millenium Copyright Act[3] 법안을 발효시켰고, 이 법안에서는 기술적인 저작권 보호조치를 무력화 시키는 행위를 불법으로 규정하고 있다. 우리나라도 2002년 7월부터 발효되는 디지털 콘텐츠 산업 보호 발전법안이 통과되어 디지털 콘텐츠의 기술적 보호조치 무력화 행위에 대해서 1년이하의 징역, 2,000만원 이하의 벌금형

에 처하도록 규정하고 있다[4].

아날로그 콘텐츠가 생성되고 배포되는 과정에서도 디지털 콘텐츠와 마찬가지로 불법복제나 배포가 있었지만 아날로그 콘텐츠의 특성상 복제된 콘텐츠는 원본에 비해서 품질이 저하되어 있으며, 배포과정이 오프라인을 통해서 배포되기 때문에 시간이 많이 걸리는 등의 제약사항이 있었다. 그러나 디지털 콘텐츠에 있어서는 원본과 복제본의 품질이 동일하며, 배포과정이 인터넷을 통해서 이루어지기 때문에 시공간의 제약을 받지않고 배포할 수 있다는 점 때문에 디지털 콘텐츠의 저작권 보호에 큰 위협요소로 자리하고 있다. 디지털 콘텐츠의 저작권 보호를 위한 안전장치의 미비는 우량 콘텐츠 소유자의 콘텐츠 제공을 꺼리는 이유가 되고 있으며, 역으로 디지털 콘텐츠 산업의 활성화를 저해하는 요소로 작용하고 있다.

디지털 콘텐츠의 불법적인 복제나 배포를 방지하

기 위해서 다양한 기술들이 개발되고 있으며, 디지털 워터마킹 기술도 그 중의 한가지 기술에 속한다. 디지털 워터마킹 기술은 데이터 은닉기술의 하나로써 그 응용분야가 디지털 콘텐츠의 저작권을 보호하기 위해서 사용되는 기술로 1990년 K. Tanaka[5] 등에 의해서 디지털 이미지에 정보를 은닉하는 기술이 발표되면서 본격적인 연구가 이루어지게 되었다. 데이터 은닉기술이 정보를 효과적으로 숨기는데 기술의 초점이 맞추어져 있다면 워터마킹 기술은 효과적으로 숨겨진 정보가 외부의 공격에 의해서도 사라지지 않도록 하는데 초점이 맞추어져 있다. 이를 위해서는 다양한 신호처리 기법이 활용되고 있으며, 1995년 I. J. Cox[6]에 의해서 제안된 대역확산 방식에 의한 워터마킹 기술이 가장 널리 사용되고 있는 기술이다.

디지털 워터마킹 기술은 대상으로 하는 콘텐츠의 종류에 따라서 다른 기술이 사용되며, 하나의 통일된 방법을 제시하고 있지 못하다. 초기의 디지털 워터마킹 기술이 저작권을 보호하기 위해서 숨겨진 정보에 대한 강인성을 주장한 반면에 워터마킹 기술의 응용분야가 넓어지면서 응용분야에 적절한 기술적 조건들을 요구하고 있다. 본 고에서는 디지털 워터마킹 기술의 응용분야의 하나로서 디지털 방송에의 응용사례를 들고, 국내외의 디지털 워터마킹 관련 활동에 대해서 알아보도록 하겠다.

II. 디지털 워터마킹과 디지털 방송

아날로그 방송의 개별적인 저장매체는 VCR을 통해서 저장되고 있으며, VCR을 통해서 저장된 방송 콘텐츠는 수평주사선수가 200이기 때문에 TV를 통해서 보는 방송 콘텐츠의 화질(수평주사선수

NTSC : 525, PAL : 625)에 비해서 상대적으로 좋지 않다. 국내의 경우 소규모 유선중계 사업자들이 각 가정의 난시청을 해결해주기 위해서 유선으로 방송 콘텐츠를 중계하는 사업을 하고 있으나 방송이 중단되는 시간에는 자체적으로 기록된 방송 콘텐츠를 재 송출해 주고 있다. 이는 명백한 저작권 위반임에도 아직까지 방송 콘텐츠의 저작권의 심각성을 느끼지 않고 있으며, TV로 송출되는 것보다는 품질이 저하되어 있기 때문에 방송사에서조차도 심각하게 생각하지 않고 있다. 그러나 디지털 방송이 본격화 되게되면서 기존의 아날로그 방송에 비해서 방송 콘텐츠의 품질이 대폭 개선되었으며, 제작비나 기타 비용이 크게 상승하였다. 더욱이 PVR(Personal Video Recorder)나 DVR(Digital Video Recorder)와 같은 디지털 녹화장치가 등장하면서 방송사에 송출하는 방송 콘텐츠와 동일한 품질의 녹화된 콘텐츠의 확보가 가능하게 되었다. 이러한 고품질의 방송 콘텐츠 서비스가 가능해지면서 저작권 보호에 대한 관심이 높아지고 있으며, 저작권 보호기술의 채택을 위한 노력이 이루어지고 있다.

이외에도 상업성 광고 속에 워터마크를 삽입하는 것에 의해서 자동화된 모니터링 시스템이 광고가 계약대로 방송되고 있는지를 확인할 수 있으며, 저작권자가 자신의 콘텐츠가 방송사에서 방송횟수가 얼마나 되는지를 확인하는데 활용할 수 있다. 광고뿐만 아니라 TV 프로그램도 이러한 방법으로 보호될 수 있다. 뉴스와 같은 경우에 시간당 십만불의 가치가 있으나 지적재산권 침해를 받기 쉬운 콘텐츠이다. 방송 감시 시스템은 모든 방송채널을 체크할 수 있고 발견여부에 따라서 TV방송국에 과금을 할 수 있다[7].

디지털 워터마킹 기술이 여러분야에 적용되기 위해서는 다음과 같은 조건을 만족시켜야 한다.

- 지각적 투명성 : 대부분의 응용분야에서 워터마킹 알고리즘은 워터마크가 원본 데이터의 품질에 영향을 미치지 않도록 삽입되어야 한다. 워터마크 삽입과정은 사람이 원본 데이터와 워터마크가 삽입된 데이터를 구분할 수 없다면 완전히 인지할 수 없다고 말한다.
- 워터마크 삽입량 : 워터마크에 들어갈 수 있는 정보의 양은 응용에 따라 종속적이다. 복제 방지 목적으로는 한 비트면 충분하다. 오디오 워터마킹 기술에 대한 IFPI(International Federation for Phonographic Industry)의 최근 제안서에 의하면 이들은 오디오 워터마크의 최소 삽입량을 20bps로 요구하고 있다. 일반적으로 지적재산권 보호를 위해서 사용하려면 ISBN(International Standard Book Numbering)은 약 10자리 십진수, ISRC(International Standard Recording Code)는 12자리의 영숫자를 사용하므로 60비트에서 70비트정도의 정보를 원본 데이터인 이미지나 비디오 프레임, 오디오 클립에 삽입할 수 있어야 한다(7).
- 강인성 : 원본 데이터에 대한 인증을 검증해야 하는 연약한 워터마크는 약간의 조작이나 위조에도 워터마크가 손상이 일어나야 하므로 강인성이 필요하지 않다. 그러나 대부분의 다른 응용분야에서는 원본에 숨겨진 워터마크를 제거하려는 악의적인 공격이나, 원본데이터의 압축등에 의해서 워터마크 손실이 생겨서는 안된다.
- 보안성 : 워터마크의 보안성은 암호화에서의 보안성과 같은 개념으로 설명될 수 있다. 워터마크의 삽입과 검출 알고리즘이 알려져도 워터마크의 존재를 검출하거나 제거하는데 도움을 줄 수 없다면 매우 안전하고 보안성을 가졌다고 하겠다.
- 원본 사용여부 : 일부 응용 예에서는 원본데이터를 가지고 워터마크를 검출하는 방식을 사용할 수 있으나 기술적으로 다양한 분야에 응용하기 위해서는 원본 없이 검출하는 방식이 필요하다.

위에 언급된 필요 사항들 사이에는 적절한 균형이 필요하다. 강인성을 얻기 위해서는 원본 데이터를 가능한 많이 조작하면 되겠지만, 그렇게 했을 경우에는 사람들이 감각적으로 워터마크가 삽입되어 있는 데이터와 원본 데이터의 차이를 느끼게 될 것이며, 보안성은 떨어지게 될 것이다. 따라서 워터마크 기술을 설계할 때는 이러한 사항들 사이의 관계를 적절히 고려하여야 할 것이다.

III. 국내외 워터마킹 기술관련 표준화 활동

1. SDMI(Secure Digital Music Initiative)[8]

1999년 3월 출범한 조직으로서 미국의 음반산업 협회인 RIAA(Recording Industry Association of America)를 주축으로 200여개의 업체가 모여서 음반에 대한 저작권 보호기술의 채택을 목적으로 하였다. 이를 위해서 오디오 워터마킹 기술에 대한 기술평가를 수행하였으며, Phase-I에서는 미국 베란스사의 기술이 채택되었다. Phase-II에서는 12개 업체에서 14개의 기술을 제안하였으나 최종적인 기술 선발에는 실패하였고, 현재는 활동이 부진한 상태이다.

2. STEP2000/2001

일본 저작권 협회와 유럽 저작권 협회인 BIEM, CISAC이 주도하는 오디오 워터마킹 기술에 대한 인증 프로젝트로서 2000년도와 2001년도에 걸쳐서 실시되었다. 본 조직에서는 오디오 워터마킹 기술을 활용하여 저작권 관리를 하기 위한 실용가능성에 대한 평가와 업체들의 기술인증을 목적으로

하고 있다. 2000년도에는 IBM, 마크애니, JVC, Signum과 Bluespike 5개사가 기술 인증을 획득했으며, 2001년도에는 IBM, Verance, 마크애니와 M.Ken이 기술인증을 획득하였다.

3. CptWG(Copy Protection Technical Working Group)

DVD 포럼(9)산하 조직으로서 DVD의 불법복제 방지를 위해서 워터마킹 기술을 활용하려는 목적을 가지고 있다. CptWG에서는 워터마킹 기술을 이용해 “copy freely”, “copy once”, “no more copy”, “do not copy”를 식별할 수 있는 정보를 DVD 콘텐츠 내에 은닉하려 하였으며, Millenium 그룹과 Galaxy 그룹이 제안을 하였으나 기술선정을 못하고 DVD-CCA(Copy Control Association)[10]에서 새로운 기술선정 작업을 진행하고 있다.

4. cIDf(Content ID Forum)[11]

일본 NTT를 주축으로 콘텐츠의 고유 식별번호를 워터마킹 기술을 이용해 은닉하지는 조직이다. 고유 식별번호로서는 DOI(Digital Object Identifier)[12]를 이용하며, meta 워터마킹과 real 워터마킹이라는 두 개의 워터마킹을 활용한다. meta 워터마킹은 어느회사의 워터마킹(real 워터마킹)이 채택된 콘텐츠인지를 식별하기 위한 것이며, real 워터마킹은 각 사별로 개발된 기술에 의해서 은닉되는 콘텐츠의 고유 식별번호 워터마크를 나타낸다.

5. SEDICA(SEcure Digital Contents Association)[13]

2001년 11월 정보통신부 지원으로 조직된 멀티미디어 콘텐츠의 저작권 보호 및 관리를 위한 디지

털 워터마킹 기술 및 DRM(Digital Rights Management) 기술의 성능평가 기준설정과 성능평가시험지원 사업을 펼치는 국제적인 협의회로서, “디지털 콘텐츠 보호·관리를 위한 워터마킹 기술 및 DRM 기술 개발의 국제 선도적 역할”, “관련 산업의 활성화 및 시장 선점”, “디지털 워터마킹 기술 및 DRM 기술 관련 산학연 협력의 장 마련”, “디지털 워터마킹 기술 및 DRM 기술의 국제 표준화 유도”와 “국제 협력을 통한 국제 기술 규격으로의 발전 모색”을 목적으로 하고 있다. 이를 위해서 SEDICA내에는 4개의 분과위원회가 구성되어 있으며, 각 활동은 다음과 같다.

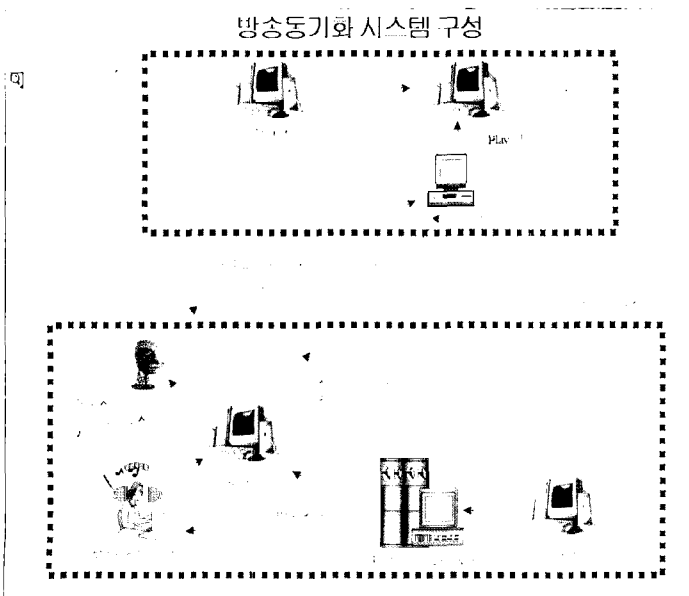
- DRM 분과위원회
DRM 기술의 성능평가 기준설정 및 관련 기술 조사를 위한 전문가 모임
- 워터마킹 분과위원회
워터마킹 기술의 성능평가 기준설정 및 관련 기술 조사를 위한 전문가 모임
- 국제추진 분과위원회
SEDICA에서 추진하는 저작권 보호기술의 성능평가를 위한 국제적 협력을 추진하고, 국제 워킹그룹의 개최에서 해외 전문가의 초빙 등, 국제협력을 담당하는 전문가 모임
- 산업응용 분과위원회
저작권 보호기술의 산업적 응용을 위한 기반 기술 조사 및 관련산업 활성화를 위한 산학연 전문가 모임

IV. 디지털 워터마킹 기술을 이용한 방송 동기화 응용

본 장에서는 디지털 워터마킹 기술을 이용하여 중앙 방송국과 지방 방송국 간의 방송전환 시점을

맞춰주기 위한 방송동기화 응용예에 대해서 소개하도록 하겠다[14]. 오디오 워터마킹 기술을 방송에 이용하려는 시도로서 방송 내용을 모니터링하기 위해 1997년 음악에 워터마크를 삽입하여 배포하는 기술이 MusiCode[15]라는 이름으로 제안되었으며, VIVA(Visual Identity Verification Auditor) [16] 프로젝트에서는 비디오 영상에 워터마킹 기술을 적용하여 방송을 모니터링 하였다.

일반적으로 국내의 방송국은 1개의 중앙방송국과 다수의 지역방송국으로 구성된다. 지역방송국의 경우 주로 중앙방송국의 방송소재를 방송하고 필요한 경우에 지역방송에서 자체 제작한 방송소재를 중간 중간 삽입하여 방송하고 있다. 여기서 방송소재의 방송전환(중앙 지역, 지역 중앙)이 필요하며, 이런 동작은 여러 지역방송이 동시에 이루어져야 한다는 의미에서 방송 동기화라고 한다. <그림 1>은 방송 동기화 시스템이 사용된 방송시스템을 나타낸다.



<그림 1> 방송동기화 시스템의 구성

1. 워터마크 설계 조건

방송동기화를 위해서 사용되는 워터마크는 저작권 보호를 위해서 사용되는 워터마크와 달리 외부의 악의적인 공격이 존재하지 않기 때문에 강인성이 필요한 방송신호 조작에 대한 정보를 사전에 인지할 수 있다. 따라서 이를 고려한 워터마크를 설계하면 다음과 같다.

첫번째 조건은 비가청성(Inaudibility)이다. 일반적인 오디오 워터마킹 알고리즘에서 요구되는 사항과 같다. 즉 오디오에 정보를 삽입함으로써 오디오의 음질저하가 청취자에게 인식되어서는 안된다. 이 경우 대부분 주관적인 판단으로 결정된다. 비교적 객관적인 판단 수단으로는 신호대 잡음비(SNR, signal to noise ratio)를 이용한다.

두번째 조건은 강인성이다. 방송동기화에서는 매체의 변환에 의한 워터마크의 손실과 자유공간을 통해서 전달되는 전파의 특성상 외부 노이즈나 페이딩에 의한 신호의 왜곡에서도 워터마크를 검출할 수 있도록 설계되어야한다. 여기서는 A/D(Analog to Digital) 변환이나 D/A변환, 디지털 음향의 압축을 위한 MPEG1이나 MPEG2의 오디오 압축에 대해서 강인성을 보유하도록 한다.

세번째로 요구되는 것은 알고리즘의 실시간 구현 가능성이다. 방송신호에서 0.5초 이하의 짧은 시간에 워터마크를 검지, 동기신호

를 만들기 위해서는 알고리즘이 간단해야하고 낮은 연산량으로 워터마크를 검출하는 것이 가능해야 한다. 또한 하드웨어 제약조건에 따라서 검출 알고리즘이 차지하는 프로그램 메모리 양과 데이터 메모리 양이 되도록 작아야 하고 정수연산으로도 워터마크 검출이 가능하도록 설계되어야 한다.

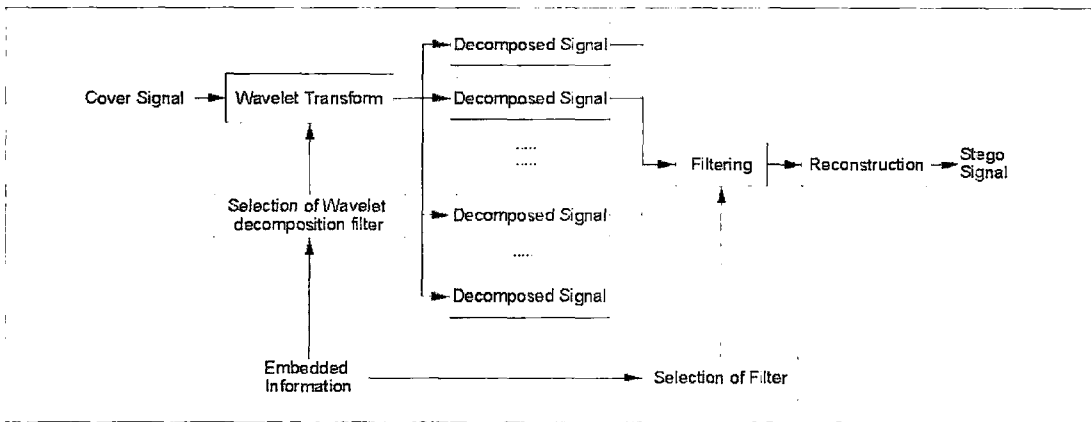
2. 방송동기화를 위한 워터마킹 기술

앞절에서 언급한 바와 같이 방송동기화를 위한 워터마킹 기술은 방송환경에서의 강인성을 확보하고 비가청성을 확보하고 있는 기술을 필요로 한다. 이러한 조건을 만족시키기 위해서 본 방송동기화 시스템은 청각 시스템의 주파수 특성을 활용한 워터마크를 설계하여 활용하였다. 사람의 청각 시스템은 주파수에 따라서 분해특성이 틀리며, 저주파수 일수록 세분화할 수 있고 고주파수 일수록 세분화가 어렵다. 방송동기용 워터마크의 삽입을 위해서 검출이 가능한 영역에서 청각 시스템의 분해능 이하로 신호왜곡을 가하고 검출단계에서는 이들 왜곡을 찾아내서 정보를 복원하는 방식을 취

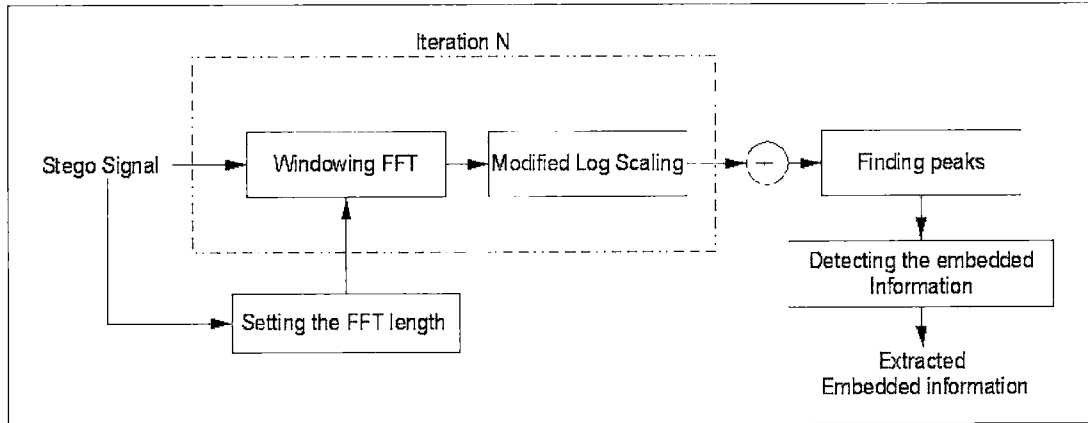
한다.

워터마크 정보를 삽입하기 위한과정은 <그림 2>와 같다. 원본신호(Cover Signal)는 웨이블릿 변환에 의해서 각 주파수 대역별로 분해되며, 분해된 신호는 방송동기화 정보에 의해서 선택적으로 필터링되어 왜곡된다. 방송동기화 정보에 의해서 처리된 신호는 다시 합성과정을 거쳐서 워터마크된 신호(Stego Signal)로 복원되는 것이다. 신호의 왜곡을 위해서 사용되는 디지털 필터는 신호의 지연이나 위상의 왜곡을 가져와 음질을 손상시킬 수 있으므로 zero phase 필터로 설계하였으며, 이웃하는 주파수대역에 미치는 영향을 줄이기 위해서 웨이블릿 변환을 이용하였다.

방송동기화에 사용되는 신호(Call Sign)는 남성 아나운서나 여성 아나운서의 음성으로 구성되어 있으며, 음의 길이가 1초이내로 매우 짧다. 따라서 워터마크를 삽입하기 위한 신호의 왜곡은 3-6KHz 대역에 걸쳐서 인가하였다. 워터마크된 신호는 디지털 상태로 저장하기 위해서 128kbps로 압축되었다가 중앙방송과 지방방송간의 전환시점에서 콜사인으로 방송된다. 방송되는 과정에서는 중앙 방송국에



<그림 2> 워터마크 정보의 삽입 과정



〈그림 3〉 워터마크 정보의 추출 과정

서 지방 방송국까지는 AM(Amplitude Modulation)이나 FM(Frequency Modulation)과정을 거쳐 전파를 타고 전송되며, 지방 방송국에서는 복조과정을 거친 방송신호로부터 워터마크를 추출하기 위해서 A/D변환 과정을 거치게 된다.

A/D 변환을 거쳐서 얻어진 워터마크 신호는 〈그림 3〉과 같은 워터마크 추출과정을 거쳐서 방송전환 여부를 판단하는데 활용한다. 워터마크된 신호가 들어오면 푸리에 변환을 통해서 진폭 스펙트럼을 구하고, 신호의 왜곡을 효과적으로 검출하기 위해서 지수 스케일을 활용해서 신호의 진폭 스펙트럼을 표현한다. 신호의 왜곡을 검출하고, 이로부터 워터마크 정보를 복원한다.

3. 방송동기화 적용

디지털 워터마킹 기술을 적용한 방송동기화 시스템은 오디오 방송을 위해서 사용실험을 수행했다. 사용된 워터마킹된 오디오는 0.7초 길이이고 오디오 신호 뒤에는 0.5초 이상의 묵음구간이 이어진다. 이 묵음은 동기화 신호임을 알려주기 위한 신호이

고 방송전환에 따른 잡음을 제거하기 위한 부분이다. 워터마크가 삽입된 콜 사인의 비가청성은 신호대 잡음비로 평가했을 때 66dB를 나타내었다. 이는 거의 음질의 변화가 없음을 나타내는 수치로서 알고리즘이 매우 효과적임을 나타낸다.

방송동기화를 위해서 사용될 때 가장 중요한 요소는 워터마크가 삽입되지 않은 신호로부터 워터마크가 추출되는 오동작이다. 이는 바로 방송사고로 이어지는 것으로 매우 중요한 요소이다. 이를 줄이기 위해서는 FPE(False Positive Error)를 최소화해야한다. 본 시스템에 대해서 240시간의 FPE 테스트해서 한차례의 오류도 발견되지 않았으며, 이는 본 알고리즘이 방송 동기화 시스템에 적합하다는 것을 나타낸다. 방송 동기화 시스템이 0.5초마다 한번의 워터마크를 추출하게 설계되었기 때문에 240시간의 테스트는 총 1,728,000번의 워터마크 추출 테스트가 수행된 것이다. 〈표 1〉은 백색잡음이 첨가되었을 때와 압축율에 따른 워터마크 추출의 정확도를 나타내고 있다. 여기서 워터마크 추출의 정확도는 워터마크 정보를 모두 검출하였을 때를 나타낸다.

〈표 1〉 잠음철가와 압축에 따른 워터마크 추출률

-45dB	71	72	67
-50dB	97	99	96
-60dB	100	100	100
-70dB	100	100	100

V. 결 론

본 고에서는 디지털 워터마킹 기술의 디지털 방송 활용과 국내외에서 활동중인 워터마킹 기술관련 조직에 대해서 알아보았다. 디지털 방송이 본격화 되면서 아날로그 방송과는 달리 고품질의 방송 콘텐츠가 생성되고 있으며, 제작비도 상승하고 있다. 또한 PVR이나 DVR과 같은 개인 녹화 장치의 보급이 활성화 되고 있으며, 저장매체인 하드디스크의 단가가 계속적으로 하락하고 있기 때문에 고품질 방송 콘텐츠의 저작권 보호를 위한 필요성이 더욱 대두되고 있다. 디지털 워터마킹 기술은 외부 프로그램이나 하드웨어의 도움없이 콘텐츠의 사용자체를 막을 수 있는 기술은 아니지만 콘텐츠에 지속적으로 남아서 원저작자나 배포자를 밝혀내는데 유용하게 활용될 수 있는 기술이다.

방송동기화 시스템은 디지털 워터마킹 기술이 콘텐츠에 은닉되어 있는 정보라는 측면을 이용하여 중앙 방송국과 지방 방송국간의 방송전환 시점을 자동으로 파악하고 전환해 줄 수 있는 시스템이다. 이를 위해서는 저작권 보호를 목적으로하는 워터마킹 기

술과는 차별화된 워터마킹 기술이 필요하며, 특히 방송사고를 방지할 수 있는 오검지율을 최소화할 수 있는 기술이 필요하다. 본 고에 소개된 기술은 오디오 방송에의 적용예를 나타내었으며, 이러한 개념은 TV 방송에도 동일하게 적용이 가능하다.

디지털 콘텐츠의 생성이 용이해지고, 그에 따른 불법복제나 배포가 성행하면서 디지털 워터마킹 기술에 대한 관심이 증대되고 있으며, 국내에서도 정통부의 지원에 힘입어 SEDICA와 같은 워터마킹 기술의 평가 및 개발을 위한 조직이 생긴 것은 매우 고무적인 일이다. 이러한 저작권 보호기술의 발전은 디지털 방송시대에 고품질 디지털 콘텐츠의 저작권을 보호하는데 기여하게 될 것이며, 관련산업의 발전도 기대할 수 있을 것이다.

미국에서는 이미 헐리우드의 영화제작자나 음반사를 주축으로 보다 강력한 저작권 보호법안을 상정하기 위해서 노력하고 있으며, 디지털 콘텐츠와 관련된 전자기기들에도 저작권 보호기술 채택을 의무화하려는 노력을 기울이고 있다. 자동차 몇백만대의 수출효과를 한편의 영화를 통해서 거둘 수 있다는 것은 이미 우리가 주지하고 있는 바이다. 이러한 콘텐츠 산업의 발전을 위해서 효과적이고 체계적인 기술 개발의 지원이 이루어지는 것이 필요한 시점이다.

.....
본 고에서 소개된 워터마킹 기술의 방송동기화 응용기술은 과학기술부의 국가지정 연구실 사업(2000N-NL-01-C-286)의 지원에 의해서 이루어진 연구결과입니다.

참고 문헌

- (1) <http://www.mp3.com>
- (2) <http://www.napster.com>
- (3) <http://www.educause.edu/issues/dmca.html>
- (4) http://www.dt.co.kr/dt_srcview.html?gisaid=2002011702010251578001
- (5) K. Tanaka, Y. Nakamura, and K. Matsui, "Embedding secret information into a dithered multi-level image," in Proc. 1990 IEEE Military Communications Conf., pp.216-220, Sep. 1990.
- (6) I. J. Cox, J. Kilian, T. Leighton, and T. Shamoan, "Secure spread spectrum watermarking for multimedia", NEC Res. Insti., Princeton, NJ, Tech. Rep. 95-10, 1995.
- (7) G. C. Langelaar, I. Setyawan, and R. L. Lagendijk, "Watermarking Digital Image and Video Data", IEEE SP Mag., Vol.17, no. 5, pp.20-46, Sep. 2000.
- (8) <http://www.sdmi.org>
- (9) <http://www.dvd.org>
- (10) <http://www.dvdcca.org>
- (11) <http://www.cidf.org>
- (12) <http://www.doi.org>
- (13) <http://www.sedica.or.kr>
- (14) 신동환, 신승원, 안종근, 신영일, 김중원, 최종욱, "오디오 워터마크를 이용한 방송 동기화 시스템 구현", 2001년도 한국 방송공학회 학술대회논문집, pp.181-185, Nov., 2001.
- (15) T. Kalker, G. Depovere, J. Haitsma, M.J. Maes, "Video watermarking system for broadcast monitoring," Proceedings of the Security and Watermarking of Multimedia Contents, pp.103-112, Jan., 1999.
- (16) De Strycker, Pascale Termont, et al, "The VIVA project: Digital watermarking for broadcast monitoring," Proceedings of the 1999 International Conference on Image Processing, vol. 2, pp.202-205, Jan., 1999.

필자 소개



김 중 원

- 1989년 : 서울시립대학교 공과대학 전자공학과, 공학사
- 1991년 : 서울시립대학교 대학원 전자공학과, 공학석사
- 1995년 : 서울시립대학교 대학원 전자공학과, 공학박사
- 1995년~1996년 : 과학기술정보연구원 선임연구원
- 1996년~2000년 : 주성대학 정보통신학과/음향전자기기학과 조교수
- 2000년~현재 : (주)마크애니 부설연구소장
- 주관심분야 : 디지털 워터마킹, 저작권 보호기술, 디지털 신호처리



신 동 환

- 1992년 : 서울시립대학교 공과대학 전자공학과, 공학사
- 1995년 : 서울시립대학교 대학원 전자공학과, 공학석사
- 2000년 : 서울시립대학교 대학원 전자공학과 박사과정수료
- 1992년~1994년 : LG전자 Video사업부 연구원
- 1996년~2000년 : 체육과학연구원 시스템개발팀 선임연구원
- 2000년 9월~현재 : (주)마크애니 부설연구소 선임연구원
- 주관심분야 : 디지털 워터마킹, DSP

필자소개



신 승 원

- 1996 : 한양대학교 교통공학과, 공학사
- 1998 : 한양대학교 대학원 교통공학과, 공학석사
- 1998년~1999년 : 한국도로교통공사 연구원
- 1999년~현재 : (주)마크애니 부설연구소 선임연구원
- 주관심분야 : 디지털 워터마킹, 저작권 보호



최 종 욱

- 1989년 : University of South Carolina, Ph.D.
- 1989년~1992년 : KIST 인공지능연구실장
- 1992년~현재 : 상명대학교 정보통신학부 교수
- 2000년~현재 : (주)마크애니 대표이사
- 주관심분야 : 디지털 워터마킹, DRM, 인공지능