

2006年 2月
博士學位論文

워터마킹을 이용한 동영상
데이터의 저작권 보호와 인증

Copyright Protection and Ownership Authentication
of Video using Watermarking

朝鮮大學校 大學院

컴퓨터공학과

金壇煥

워터마킹을 이용한 동영상 데이터의 저작권 보호와 인증

Copyright Protection and Ownership Authentication
of Video using Watermarking

2006年 2月 日

朝鮮大學校 大學院

컴퓨터공학과

金壇煥

워터마킹을 이용한 동영상
데이터의 저작권 보호와 인증

指導教授 吳 茂 松

이 論文을 工學博士學位 論文으로 提出함.

2005年 10月 日

朝鮮大學校 大學院

컴 퓨 터 공 학 과

金 壇 煥

金壇煥의 博士學位 論文을 認准함

委員長 朝鮮大學校 教授 工學博士 _____

委 員 朝鮮大學校 教授 工學博士 _____

委 員 朝鮮大學校 教授 工學博士 _____

委 員 朝鮮大學校 教授 工學博士 _____

委 員 朝鮮大學校 教授 工學博士 _____

2005年 12月 日

朝鮮大學校 大學院

목 차

List of Title

ABSTRACT	vi
I. 서론	1
II. 멀티미디어 콘텐츠 저작권 보호기술	5
A. 디지털 콘텐츠 식별 시스템	6
B. 데이터 전자 상거래시스템의 상호 호환성	12
III. 워터마킹 개념	15
A. 저작권 보호를 위한 워터마킹 적용범위	16
B. 워터마킹 기술의 활용조건	18
C. 공간영역에 의한 워터마킹	20
D. 주파수영역에 의한 워터마킹	22
IV. 동영상 데이터	26
A. 동영상데이터의 구조	26
B. 동영상 데이터의 키 프레임 추출 알고리즘	27
1. 동영상데이터의 기 프레임 추출기법	27
2. 동영상데이터의 키 프레임 추출 알고리즘	29
C. 웨이블릿 변환을 이용한 이미지-적응 워터마크 알고리즘	32
V. 제안한 워터마킹 삽입추출 알고리즘	48
A. 인간의 시각특성(HVS)에 부합하는 계수선택	48
B. 제안한 워터마크 삽입과정	51

C. 제안한 워터마크 추출과정	57
VI. 실험 및 고찰	60
A. 로고형식의 데이터를 워터마크로 삽입	62
B. Key를 워터마크로 삽입	76
VII. 결론	87
【참고문헌】	90

표 목 차

List of Table

표 1. 동영상 데이터의 MSE 추출알고리즘	30
표 2. 소벨 오퍼레이터의 값들	31
표 3. 양자화 과정	54
표 4. 워터마크 삽입 방법	57
표 5. 광고에서 워터마크 검출 결과	81
표 6. 영화에서 워터마크 검출 결과	82
표 7. 드라마에서 워터마크 검출 결과	82
표 8. JPEG Q 값에 따른 워터마크 검출 결과	84
표 9. SPIHT 압축율에 따른 워터마크 검출 결과	85
표 10. JPEG2000 압축율에 따른 워터마크 검출 결과	85

도 목 차

List of Figures

그림 1. 메타 데이터 스키마의 entity	14
그림 2. 메타 데이터 스키마의 구조	14
그림 3. 워터마크의 삽입 과정	22
그림 4. 워터마크의 추출 과정	23
그림 5. 동영상 구조	26
그림 6. 프레임에서 추출된 픽셀값의 저장구조	28
그림 7. 동영상 데이터의 샘플링 화면	28
그림 8. 이미지 적응 워터마킹 구조	33
그림 9. 이미지적응 워터마킹의 일반적인 블록 다이어그램	34
그림 10. 4단계 웨이블릿 변환구조	35
그림 11. 워터마크 삽입 알고리즘	37
그림 12. 워터마크 삽입	42
그림 13. 워터마크 추출 알고리즘	44
그림 14. 워터마크 추출 및 소유권 인증절차	47
그림 15. 워터마킹 시스템 구조	48
그림 16. HVS 특징을 활용한 가중치 맵	50
그림 17. 워터마크 삽입 과정	52
그림 18. 제안한 방법의 양자화기	55

그림 19. 제안한 양자화기의 양자화 단계	56
그림 20. 워터마크 추출 구조	58
그림 21. 동영상 데이터의 키 프레임 추출 화면	60
그림 22. 추출된 키 프레임	61
그림 23. 워터마크 삽입 전	62
그림 24. 워터마크 삽입 후	63
그림 25. 삽입 로고	64
그림 26. 키 프레임	64
그림 27. 워터마크 삽입 프레임	64
그림 28. 워터마크 추출	65
그림 29. 영상의 로딩 화면	66
그림 30. 영상에 삽입된 워터마크 화면	66
그림 31. 영상의 워터마크 삽입	68
그림 32. JPEG 압축(Q=80)	69
그림 33. JPEG 압축(Q=40)	69
그림 34. SPIHT 압축(1.0bpp)	70
그림 35. SPIHT 압축(0.5bpp)	70
그림 36. Additive noise(10%)	71
그림 37. 잘라내기(93,75%)	71
그림 38. JPEG Q 값에 따른 워터마크 성능	72
그림 39. SPIHT 압축에 따른 워터마크 성능	73

그림 40. JPEG2000 압축에 따른 워터마크 성능	73
그림 41. 색상 편집의 영상	74
그림 42. 밝기와 Contrast 편집의 영상	74
그림 43. 덧붙임과 회전 편집의 영상	75
그림 44. 해상도 편집의 영상	75
그림 45. 키 워터마크 화면	76
그림 46. 키 워터마크의 삽입	77
그림 47. 키 워터마크의 추출	78
그림 48. 워터마크의 추출 성공	79
그림 49. 워터마크의 추출 실패	79
그림 50. 광고에서 키 워터마크의 추출 화면1	80
그림 51. 광고에서 키 워터마크의 추출 화면2	81
그림 52. 영상의 키 워터마크 삽입	83
그림 53. 영상의 키 워터마크 추출	83

ABSTRACT

Copyright Protection and Ownership Authentication of Video using Watermarking

Kim, Dan-Hwan

Advisor : Prof. Oh, Moo-Song, Ph. D.

Department of Computer Engineering

Graduate School of Chosun University

Due to the rapid development of computer and IT technologies, the problems of IPR (Intellectual Property Rights) are highly increasing as multimedia contents such as image, audio, and video are illegally copied and distributed. The illegal copy and distribution of multimedia contents are a serious problem as they discourage author's desire of creative writing and bring tremendous economic loss. Therefore, the copyright protection of multimedia data requires authentication techniques that can verify content authentication, ownership authentication, and illegal copy.

Such technologies to protect multimedia data as cryptography method and access control technology are highly developed, but once the multimedia contents whose code is cracked, they can be illegally copied and distributed. In addition, the multimedia contents can be illegally used even by those users who are allowed to access. Therefore, it is difficult to protect copyright and ownership effectively using the existing technologies in the rapidly-developing

content market and electronic commerce. Therefore, in recent years, digital watermarking gains attention because it includes ownership information into the multimedia content itself to prevent illegal copy or distribution and to protect copyright effectively. The digital watermarking method applies its classic watermarking concept to multimedia data to protect copyright. Recently, more powerful watermark technologies are studied using many technical methods, while avoiding from the method of simply inserting watermark. Most studies on the existing watermarking technology are targeted on still image, but transparency and stiffness should be offered by inserting invisibly coded digital watermark into the image. For this purpose, elaborate recognition information should be used in the processing of watermarking.

This study examines digital watermarking method and cut detection algorithm using Mean Square Error (MSE) to protect the copyright of video data or multimedia content. Cut detection algorithm extracts key frame that is gradually changed, by comparing and analyzing video data frames. The extracted frames use image application watermarking to the conversion of wavelet that is frequency based watermark, with the perspective of human oriented visual system. This study suggests a system that allows users to protect ownership (copyright) and make authentication while inserting and extracting copyright information into the key frame, without marring the multimedia content or video data.

I . 서론

정보화 시대를 가져온 디지털 환경은 우리에게 많은 가능성을 심어주었으며, 아날로그 환경에서는 불가능하게 여겼던 콘텐츠의 생산을 가능하게 하였다. 멀티미디어 콘텐츠는 인터넷이라는 매체를 통해서 시공간을 초월하여 전달될 수 있는 데이터라는 것이다. 이러한 멀티미디어 콘텐츠는 잡음에 강하고, 복제가 용이하며, 원본의 보존이 영구적으로 가능하다는 또 하나의 특징을 갖고 있다. 이것은 멀티미디어 콘텐츠의 불법복제라는 부정적 요소를 안고 있으며, 멀티미디어 콘텐츠의 창작자나 권리 소유자, 서비스 사업자의 경제적 활동을 저해하는 요소가 된다.

아날로그 정보도 불법 복제가 가능하지만 일정 수 이상을 복제해 내면 원본이 훼손되고, 확산되는 시간이 매우 느려 지속적인 단속을 통해서 그 피해를 줄일 수 있었다. 그러나 멀티미디어 콘텐츠는 인터넷이라는 네트워크를 통해서 전달되기 때문에 불특정 다수에 의해서 동시 다발적으로 전송이 될 수 있고 시공간을 초월해 기하급수적으로 전달되며, 원본과 동일한 품질을 유지하고 있다는 심각성을 가지고 있다.

오늘날에는 교육 학술분야에서도 멀티미디어 콘텐츠가 활용되어 서비스가 이루어지고 있으며, 2001년도에는 인터넷을 통한 원격교육을 실시할 수 있는 디지털 대학들이 설립되어 개교하기에 이르렀다. 특히 제7차 교육과정 개편 이후 학생의 능력에 따른 다양한 교육기회를 제공하고 재량활동의 신설·확대를 꾀함으로써 멀티미디어 교육교재나 인터넷을 활용하는 새로운 교육방법을 적용해 보는 경우가 많이 생겨나고 있다.

정보화 시대에 지식정보는 하나의 자산가치로 인정될 수 있으며, 이러한 자산가치는 불법적인 도용이나 복제로부터 보호받아야 한다. 이미 멀티미디어 저

저작권의 보호를 위해서 미국의 Millenium Copyright Act나 유럽의 저작권 보호법이 발효되어 있으며, 우리나라도 최근에 멀티미디어 시대에 걸맞게 현재의 저작권법을 개정하기 위한 작업이 한창 진행 중에 있다. 그러나 인터넷에서의 익명성 때문에 불법복제와 유통을 완전히 근절시킬 수는 없다. 따라서 보다 기술적인 측면에서 멀티미디어 콘텐츠의 저작권을 관리하고 보호할 수 있는 방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있고, 멀티미디어 콘텐츠 저작권 보호 기술 중 저작권 소유자가 누구였는지를 추적할 수 있게 하는 워터마킹 기법에 대한 연구가 진행되고 있다.

워터마킹 기술에 대한 많은 연구들이 정지영상에 대한 것이 대부분으로 워터마크 적용영역이 공간 영역이나 주파수 영역을 이용하여 처리할 수 있다. 공간 영역을 이용한 워터마크는 특정 픽셀의 값을 직접 변화시켜서 이미지 픽셀의 최하위 비트(LSB : Least Significant Bit)에 내장하는 방법으로, 영상 처리와 잡음처리에 약하다는 단점을 가진다. 주파수 영역을 이용한 워터마크는 주파수의 계수 변환을 이용하여 워터마크를 삽입하는 방법이며 공격에 대해 견고성을 가진다. 대표적으로 Cox[4,5,28]등은 이미지 전체를 분할하지 않고 이미지 전체를 DCT변환시킨 후 이미지에서 DC 성분을 제외한 중요한 주파수 계수를 선택하여 워터마킹 하는 방법을 제안하였고, Koch[41,42]와 Zhao[41,42]등은 이미지를 분할하고 DCT 후 워터마킹 하는 방법을 제안하였으며, Xia[7], Hus[9] 등은 DWT (Discrete Wavelet Transform)를 이용한 방법을 제안하였다. 또한, Ruanaidh[10]등은 DFT (Discrete Fourier Transform)를 이용하여 위상에 워터마크를 삽입하는 방법 등을 제안하였고, Swanson[21], Podilchuk[27], Zeng[27]는 시각 시스템 모델을 사용하여 JND(Just Noticeable Difference) DCT 값을 구한 후 워터마킹 하는 알고리즘을 제안하였다. 따라서 주파수 영역에서의 방법은 공간 영역의 방법보다 단순하면서도 좋은 성능을 보여주므로 주파수 영역의 방법에 대하여 활발한 연구가 이루어지고 있다.

본 논문에서는 IADWT(Image Adaptive Discrete Wavelet Transform) 기법에서 웨이블릿 변환계수에 인간의 시각 특성을 적용하여 워터마크를 삽입하는 알고리즘과 동일하며, 워터마크 삽입을 위한 전처리 과정으로 키를 사용해서 PN-Sequence를 생성하고 삽입하려는 워터마크 로고 데이터를 Scramble해서 워터마크를 생성한다. 생성된 워터마크를 하나의 정방형 블록으로 만든 후 프레임 전체에 삽입될 수 있도록 반복하여 프레임 크기의 워터마크를 만들고 다른 키를 사용해서 Δ 값을 난수로 발생시켜 사용한다. 웨이블릿 변환을 통해 선택한 키 프레임을 주파수 계수 값으로 바꾸고 양자화기의 특성을 결정하는 Δ 값을 이용해서 계수 값을 양자화하며, 이에 따라 발생하는 양자화 에러 부분에 워터마크를 삽입한다. 삽입한 후의 값이 양자화 단계값을 넘어 가지 않도록 하여 프레임의 내용에 따른 적응적인 워터마크가 되도록 하였으며, 인간의 시각 특성에 잘 부합하여 워터마크 삽입 후 프레임의 손상을 최대한 줄이도록 하였다. 워터마크 인증 방법으로 워터마크가 삽입된 프레임을 웨이블릿 분해를 하고 워터마크 삽입 과정에서 사용한 Δ 값을 이용해서 웨이블릿 계수값을 비교해서 워터마크를 추출해 낸다. 워터마크를 생성할 때 사용한 키를 입력해서 PN-Sequence를 다시 생성한다. 생성된 PN-Sequence를 이용해서 추출된 워터마크 값에서 Unscramble을 통해 삽입한 데이터를 읽어 낸다. 그렇기 때문에 워터마크 삽입시 사용한 키와 Δ 값을 생성할 때 사용한 키를 사용해야만 영상에 삽입한 데이터를 추출해 낼 수 있다. 그러므로 제안한 방법은 키 프레임 검색 알고리즘으로 장면을 점진적 전환점까지 검색하여 워터마크를 삽입하였으며, 동영상 데이터의 장면 전환점이 제거되어도 점진적 전환점을 검색하여 저작권을 인증할 수 있었다. 또한 워터마크 추출시 원본 프레임이 필요 없기 때문에 저장 매체가 필요하지 않으며, 워터마크를 추출하는데 기존의 방법보다 빠른 시간에 추출할 수 있다. 그리고 일반적인 영상 처리에 의한 변형에서도 안정적으로 추출되는 결과를 보여 워터마크의 강인성을 증명함으로써 소유권 보호와 인증할 수 있는 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 멀티미디어 콘텐츠 저작권 보호 기술들을 살펴본다. III 장에서 워터마킹의 개념과 제안된 기법을 간단한 설명을 하고, IV 장에서 동영상 데이터의 키 프레임 검출 알고리즘과 이미지-적응 워터마크 알고리즘을 분석한다. V 장에서 제안한 워터마크 삽입·추출 알고리즘을 제시하고, VI장에서 제안한 방법의 실험결과를 보이고 VII장에서 결론과 향후 방향에 대한 고찰로 마무리 한다.

II. 멀티미디어 콘텐츠 저작권 보호기술

아날로그에서 디지털시대로의 이동이 빠르게 진행되고 있지만 저자나 출판사 같은 콘텐츠 소유자는 멀티미디어 정보를 배포하는 것에 조심스럽지 않을 수 없다. 파일 하나를 순식간에 복사하여 배포하는 인터넷이 있기 때문이다. 그럼에도 불구하고 멀티미디어 콘텐츠가 인터넷을 통해 전자적으로 거래되어야 하는 것은 시대적 흐름이라 할 수 있다. 따라서 멀티미디어 콘텐츠 저작권 보호 기술에 관심이 모아지고 있다. 또한 많은 콘텐츠 소유자들이 콘텐츠 유료화에 관심을 보임에 따라서 저작권을 보호할 뿐만 아니라 인터넷을 통하여 안정된 수익 모델을 촉진할 수 있는 저작권 보호법과 기술적 장치에 대한 관심이 높아지고 있다.

멀티미디어 콘텐츠 저작권 보호 기술은 사용 권한을 획득하지 못한 사람에게는 콘텐츠를 사용하지 못하게 하는 저작권 관리 기술, 저작권 소유자가 누구였는지를 추적할 수 있게 하는 워터마킹, DOI(Digital Object Identifier) 및 INDECS(Interoperability of Data E-Commerce System)와 같은 저작권 추적 기술들로 대별될 수 있다.

저작권 관리 기술은 암호화 기술을 응용한 것으로 저작권자가 대가를 지불한 사용자에게만 사용권한을 줄 수 있어 좀 더 적극적인 저작권 보호 기술이다. 하지만 이런 암호화 기술들은 암호화 키의 관리를 어떻게 하느냐에 따라 보안성이 떨어지기도 하며, 암호화키를 안전하게 저장하기 위한 기술을 덧붙인 기술들이 개발되어 왔다. 다른 한편으로는 이런 기술들이 전자상거래에서 활용되기 위해서는 사용권한을 좀 더 다양한 방법으로 제어할 필요가 있다.

저작권 추적 기술은 특정마크나 고유번호를 삽입, 콘텐츠를 식별해 법적 분쟁시 소유권을 입증할 수 있는 기법이다[19]. 멀티미디어 콘텐츠는 복사본이 원본과 동일하기 때문에 대량으로 복사되어도 소유자를 가려낼 수 없는 단점을 보완하기 위

해 사용되는 기술은 DOI, INDECS, 워터마킹이 있으며, 본 논문에서는 워터마킹을 사용한다.

A. 디지털 콘텐츠 식별 시스템

정보화 시대의 환경에서 멀티미디어 서비스를 제공하고 콘텐츠를 보호하기 위한 기술로서 콘텐츠의 정확한 식별을 보장함으로써 권리에 대한 정확한 관리를 허용하기 위해서 개발되었다. DOI는 미국출판협회(AAP - Association of American Publisher)가 단행본에는 ISBN(International Standard Book Number)을 정기간행물에는 ISSN(International Standard Serial Number)을 부여하는 것에서부터 시작되었다고 할 수 있다. 컴퓨터와 인터넷 기술의 발달에 따라서 디지털화로 출판되는 다양한 출판물이 거미줄과 같이 얽혀 있는 인터넷의 어떤 위치에 있더라도 지속적으로 식별이 가능하도록 모든 디지털 콘텐츠에 지속적으로 존재하는 식별자를 부여함으로써 저작권 보호를 하려는 기술로 1999년도에 미국표준화 기구인 NISO에서 DOI 표준이 통과 되었으며, 웹 자원에 대한 유일 식별자와 URN(Uniform Resource Names) 체계를 만족하고 URL(Uniform Resource Locators) 같은 기존의 식별자를 수용할 수 있는 체계로 구성되어 있다.

정보의 흐름은 물류의 흐름으로부터 점차적으로 분리되어 가고 파트너와의 보다 폭넓은 정보의 공유는 비즈니스를 전개하는 데 있어서 필수가 되어가고 있다. 콘텐츠에 부여된 DOI는 콘텐츠의 가용성을 증가시키고 E-commerce를 활성화시킬 수 있는 메커니즘을 제공함으로써 전자적으로 거래하는 콘텐츠 생산자의 능력을 개선해 준다. 따라서 콘텐츠를 기록하고 반환하거나 다중의 관계된 매체들, 예를 들면 데이터나 비디오, 차트, 표, 오디오와 디지털 파일을 지원하는 기사, 책, 이미지에 연결을 제공하는 데 사용할 수 있다. 콘텐츠 생산, 정보의 소유권, 그리고 디지털 파일의 위치가 매우 빠르게 변하는 세계에서 저작권과 관계 매체는 빈번하게

변화한다. DOI를 사용하는 것은 한번의 키 입력으로 정보가 변화하는 다양성에 대해서 지속적인 해결책을 제공하고 사용자가 올바른 정보에 항상 접근할 수 있다는 것을 보장한다. 매체에 대한 통합요구가 인터넷상이나 무선장치, 방송을 포함하는 새로운 응용분야에서 지적 재산권의 다양한 형태인 문자, 이미지, 오디오, 비디오, 온라인 뉴스 등의 상호작용이 증가함에 따라서 기술 산업체들이 DOI의 범위와 사용규칙에 대한 지침을 만들기 위해 모이고 있다. DOI는 시도하고자 하는 적용기대 범위에 근거하고 기술적 사양이나 DOI 규칙 내에서 활동하는 사용자 공동체에 의해 개발된 적용 프로파일에 따라서 콘텐츠에 대한 식별자 부여를 한다. 적용 프로파일은 서술정보나 메타 데이터, 인증, clearinghouse payments, 라이선싱을 포함한다. DOI는 하나 이상의 사용자 공동체나 지적 재산권의 유사부류에 대한 상당량의 정보를 가지고 있는 둘 이상의 조직을 취급할 수 있는 적당한 톨과 인터페이스를 제공하는 등록기관에 의해서 할당된다. 현재 DOI의 공식 등록기관으로 등록된 기관은 2001년 5월 현재 Cross Ref, Content Directions, Enpia Systems등 3개의 기관이다.

DOI 시스템은 identifier, resolution, metadata의 3가지로 구성되어 있다.

◆ **Identifier** : 식별자는 두 가지 구성요소로 이루어져 있는데 첫 번째 요소는 등록관리기관이나 등록기관 혹은 등록자로 구성된다. 등록관리기관은 DOI 서비스를 제공하고 등록기관에 식별자를 부여하며, 등록기관이나 등록자는 콘텐츠를 보유하고 있는 기관이나 개인을 나타낸다. 모든 prefix는 10이라는 숫자로 시작하고 개별적인 DOI에 위탁하고 있는 콘텐츠 생산자를 나타내는 번호가 뒤따른다. 콘텐츠 생산자는 각 창작물이나 생산라인에 대하여 prefix를 요구하여 선택하거나 단일 prefix를 이용할 수 있다. 식별자의 두 번째 요소는 suffix이다. Suffix는 해당 등록기관이 자체적으로 부여하며, 부여대상 객체는 어떤 의미나 구조로도 사용이 가능하다. 예를 들면 책이나 기사,

요약, 참고문헌, 차트, 앨범, 노래, 멜로디, 오디오, 비디오, 이미지, 소프트웨어 등이 부여대상 객체가 될 수 있다. 일반적으로 각 콘텐츠별 국제 표준코드가 앞 부분에 적히게 된다. DOI 식별자는 식별자 이상의 의미는 없으며 단순한 문자열일 뿐이다.

◆ **Resolution** : DOI 시스템의 주요능력은 routing 또는 resolution 시스템으로서의 자체 기능이다. 디지털 콘텐츠는 그 존속 기간 동안 소유권이나 위치가 변할 것이기 때문에 DOI 시스템은 분산된 중앙 디렉토리를 이용한다. 사용자가 DOI가 적용된 개체를 클릭 했을 때, 하나의 메시지가 DOI와 결합된 현재 번지가 나타날 중앙 디렉토리로 보내진다. 이 위치는 사용자에게 다시 보내져서 브라우저 내에서 이 특정한 인터넷 번지로 변경을 허용한다. 사용자는 단순하게 콘텐츠 자체나 콘텐츠가 어떻게 나왔는지에 대한 정보뿐만 아니라 콘텐츠에 대한 정보를 보는 것이다. 객체가 새로운 서버로 옮겨지거나 저작권 소유자가 생산라인에서 다른 회사로 옮겨가거나 했을 때, 한번의 변화는 디렉토리에 기록이 되고 모든 가입자는 새로운 위치정보를 받게 될 것이다. DOI는 관련정보나 콘텐츠의 소스에 대한 연결정보를 쉽고 효과적으로 변화시킬 수 있으므로 신뢰성과 정확성을 유지할 수 있다. 안전한 광역의 명칭서비스 기술은 속도와 효율성, 연속성에 대해서 최적화되어 있다.

◆ **Metadata** : 식별된 콘텐츠에 대한 정보는 콘텐츠 생산자에 의해서 설명된다. DOI는 식별된 실체의 발견이 찾고자 하는 것이라는 것을 보장하기 위해 일종의 전화번호부처럼 공개된 구조적 메타데이터의 최소 레벨만을 위임한다. 더욱이 콘텐츠에 관한 구조적 메타 데이터는 사용자 공동체에 의해서 결정되고 공개될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있으나 모든 미디어 형태에 대해서 서로 다른 시스템 상호간에 연동되는 형태이다. 이러한 메타 데이터는 다양한 데

이터베이스에 대해서 배포될 수도 있고, 실제 콘텐츠나 다른 관련 데이터들이 어디에서 어떻게 생산되는지에 관한 정보가 포함될 수도 있으나 하나의 DOI 질의는 모든 선택사항을 해결할 수 있다.

DOI의 핵심적인 기술이라 할 수 있는 CNRI에서 개발된 핸들 시스템은 분산정보 시스템으로서 인터넷과 같은 네트워크 상에서의 확장성과 효율성을 살린 안전한 글로벌 네임 서비스를 제공하기 위해 설계되었다. 핸들 시스템은 공개 프로토콜, 네임스페이스와 프로토콜의 구현기준을 포함한다. 이 프로토콜은 디지털 자원의 네임이나 핸들을 저장할 수 있는 분산 컴퓨터 시스템을 허용하고 자원을 지정 접근하여 이용하기 위해 필요한 정보로서 핸들을 분석한다. 이들 관련 값은 핸들의 변경 즉, 위치의 변경과 다른 현재 상태정보에 대해서 지속적인 아이템의 네임을 할당하지 않고 식별된 자원의 현재 상태를 반영하여 필요에 따라 변경될 수 있다. 각 핸들은 자신의 관리자를 가질 수 있으며 관리는 분산 환경에서 수행될 수 있다. 네임과 어떤 값을 연결하는 것은 안전할 뿐 아니라 신뢰성 관리에도 핸들 시스템이 이용될 수 있다는 것을 의미한다.

핸들 시스템은 유일한 핸들 시스템 naming authority를 산출하는 것에 의해서 글로벌 핸들 네임스페이스로 연결되는 임의의 로컬 네임스페이스가 존재하는 것을 인정하는 연합 네임 서비스를 제공한다. 로컬 네임과 그 값의 연결은 핸들 시스템과 연결 이후에도 원래대로 남는다. 로컬 네임스페이스에 대한 임의의 핸들 요청은 핸들 요청을 로컬 네임으로 매핑할 핸들 시스템 프로토콜이라 불리는 서비스 인터페이스에 의해서 처리될 것이다. 유일한 naming authority와의 연결은 임의의 로컬 네임이 글로벌 핸들 네임스페이스 하에서 유일하다는 것을 보장한다.

오늘날에는 인터넷 자원을 위한 네임서비스로서 DNS가 가장 널리 사용되고 있다. DNS는 서로 다른 호스트와 네트워크, 프로토콜 집합, 인터넷, 관리조직에서 사용할 수 있고, IP로 매핑할 수 있는 네임 자원을 위한 메커니즘을 제공하도록

설계되었다. 인터넷의 성장에 따라서 DNS에 대한 다양한 확장이 요구되고 있고 DNS가 범용적인 자원 네이밍 시스템을 사용하고 있으나 네트워크 관리자가 임의로 네임을 관리하는 등의 문제점을 갖고 있으므로 자원의 이동이나 소멸에 대해서 적극적으로 대처하지 못한다. URL은 DNS 네임과 로컬 네임의 결합으로 명명된 인터넷 자원을 허용한다. 로컬 네임은 로컬 파일의 경로이거나 cgi-bin 스크립트 같은 로컬 서비스로의 참조가 될 것이다. DNS 네임과 로컬 네임의 결합은 개별적인 인터넷 자원에 대한 네이밍과 관리를 위해 유연한 관리모형을 제공한다. 그러나 대부분의 http같은 URL은 분해 서비스만을 위해 정의된다. 따라서 인터넷 자원이 다른 위치로 옮겨졌거나 변경되었을 때 URL은 깨지게 된다.

핸들 시스템은 이러한 단점을 해결하고 기능적으로 개선된 기능을 추가하였다. 특히, 핸들 시스템은 아래와 같은 목적을 가지고 설계가 되었다.

- ◆ **Uniqueness** : 모든 핸들은 핸들 시스템 내에서는 유일하다.
- ◆ **Persistence** : 핸들은 명명된 실체로부터 어떤 방법으로 유도된 것이 아니라 독립적으로 할당된다. 따라서 모든 네임, 심지어는 하나의 기억에 대해서도 핸들을 포함할 수 있으며, 핸들 시스템에서는 핸들과 네임을 갖는 실체에 대한 연결만을 나타낸다. 물론 이것이 지속성을 보장하는 것은 아니지만 위치나 소유권, 기타 조건이 변경되어도 지속적으로 동일한 네임을 허용한다. 예를 들어 어떤 자원이 인터넷상의 한 위치에서 다른 위치로 이동하였을 때, 핸들 시스템에서 새로운 위치를 반영하여 그 값을 갱신하는 것에 의해서 핸들은 계속 유효하게 된다.
- ◆ **Multiple Instance** : 단일 핸들은 네트워크 상에서의 다른 위치나 변경 가능한 위치에서 자원의 다중 인스턴스를 참조할 수 있다. 이것은 성능과 신뢰성을 향상시키는 장점을 갖는다. 예를 들면, 네트워크 서비스가 단일 핸들로 서비스에 대한 다중 접속점을 정의할 수 있고, 따라서 서비스 부하를 분산시

킬 수 있다.

- ◆ **Extensible Namespace** : 모든 로컬 네임 스페이스는 유일한 핸들 naming authority를 취득함으로써 핸들 네임스페이스에 연결이 가능하다. 이것은 네임스페이스의 확장성을 나타낸다.
- ◆ **International Support** : 핸들 네임스페이스는 유니코드 2.0에 기반을 두고 있으므로 전 세계적으로 사용하는 문자에 대한 지원이 가능하며, 국가별 환경에 대해서 지원이 가능하다.
- ◆ **Distributed Service Model** : 핸들시스템은 계층적 서비스 모델을 정의하기 때문에 분산 서비스 모델이며 다중 서비스 사이트로 주어진 서비스를 복제하는 것이 가능하다.
- ◆ **Secured Name Service** : 핸들 프로토콜은 클라이언트를 인증하고 클라이언트의 요청에 따라서 데이터 무결성 서비스를 제공하는 핸들 서버를 인정한다. 여기에는 공개키 기반이나 비밀키 암호화가 사용될 수 있다.
- ◆ **Distributed Administration Service** : 각 핸들은 자신의 관리자나 관리 그룹으로 정의될 수 있다. 이것은 핸들시스템 인증 프로토콜과 연계되어 공중망의 임의 네트워크 위치에서 인정된 관리자에 의해서 안전하게 관리되는 핸들을 허용한다.
- ◆ **Efficient Resolution Service** : 핸들 프로토콜은 고도의 효율적인 네임 분해 성능을 허용하도록 설계되었다. 계산적으로나 비용적 측면에서 관리 서비스에 의해서 영향을 받는 resolution을 피하기 위해서 서비스 인터페이스를 분리한다.

DOI 시스템은 다음에 설명하게 될 INDECS와의 연계부분을 포함하고 있으며, 현재 DOI를 이용한 전자북 서비스를 위해서 DOI-EB 활동이 전개되고 있다.

B. 데이터 전자상거래 시스템의 상호 호환성

DOI가 미국 출판협회가 주축이 되어 진행되어 온 저작권 관리 시스템의 하나라면 INDECS는 1998년 말에 시작된 유럽연합의 Info2000 프로젝트의 하나로 개발된 시스템이다. INDECS는 네트워크와 전자상거래 환경에서 권리 보유자의 모든 형태에 영향을 미치는 상호 호환성에 대한 실용적인 솔루션을 찾는 것을 목적으로 하는 기반구조 프로젝트로 설계되었다. 이 프로젝트는 멀티미디어 전자상거래 내에서 디지털 콘텐츠 식별 시스템의 실질적인 상호 호환성과 관련 권한 메타 데이터에 초점을 맞추고 있다. 이것은 인터넷을 통해서 지적 재산을 거래하는 데 포함되는 지적 재산권과 사람, 비즈니스를 서술하고 유일하게 식별하기 위한 정형화된 구조를 생성하려는 국제적인 활동이다. 이것은 정형화된 구조가 텍스트, 오디오, 비디오, 이미지, 음악, 멀티미디어 등을 포함하는 모든 미디어에서의 저작권에 대한 온라인 상거래에 대한 기초를 제공할 수 있다는 것이다. INDECS 프로젝트는 사진작가와 음악가, 예술가, 작가뿐만 아니라 제작자나 출판업자도 디지털 세계에서 거래되는 결과에 대해서 공정한 비용을 받을 수 있도록 허용하는 방향으로 나아가고 있다.

INDECS의 목적은 정형화되었든 시장표준이든 기술적인 표준에 대한 일련의 제안서를 전달하는 것이며, 표준화로서 가장 의미 있는 것은 실제 구현을 위한 지침에 따라 데이터 모델 자체로부터 유도되는 것이다. 이러한 표준을 적용하도록 하기 위해서 INDECS 프로젝트가 INDECS 스키마와 관련 툴들의 구현을 지원하는 국제적인 공감대를 형성하는 데 도움을 준다. 원하는 최종 결과는 네트워크 환경에서 지적재산권 상거래를 관리하는 기술적 표준이 널리 받아들여지는 것이다.

INDECS의 메타 데이터 프레임워크는 메타데이터 모델과 고수준 메타데이터 디렉토리, 다른 스키마에 매핑하기 위한 원리와 Directory of Parties Proposal을 포함하며, 아래에 설명된 것들이 INDECS의 메타데이터 프레임워크로 인식된다.

- 모든 형태의 창작에 관계되는 메타 데이터
- 서술적인 메타 데이터의 상거래와 권한과의 통합
- 모든 실체에 대한 특유의 속성 구조
- 상호 호환 메타 데이터의 개발에 있어서 이벤트의 중심 본질
- 가능한 메타 데이터가 생성될 수 있으며, 다른 용도로 사용될 수 있다.

INDECS 메타 데이터 프레임워크는 효과적인 전자상거래를 지원하기 위해서 효과적으로 정형화된 메타 데이터의 개발을 위한 4개의 원리에 기초하고 있다. 실제로 이들 중의 어느 하나도 완전히 구현된 것은 매우 드물다.

The principle of Unique Identification

DOI와 마찬가지로 모든 실체들이 유일한 네임스페이스 내에서 유일하게 식별되어야 한다. 즉 유일 식별자(iid - indecs identifier)를 가져야 한다.

The principle of Functional Granularity

구분할 필요가 있을 때는 하나의 실체를 식별할 수 있어야 한다.

The principle of Designated Authority

메타 데이터 아이템의 저자는 안전하게 식별될 수 있어야 한다.

The principle of Appropriate Access

모든 사람이 자신에 종속된 메타 데이터와 프라이버시, 자신의 메타 데이터에 대한 비밀에 접근을 요청한다.

INDECS의 메타 데이터 스키마에서는 entity, 속성, 값, iid가 있다. entity에 대한 일반적인 구조는 그림 1과 같다. 식별되어야 할 디지털 콘텐츠를 entity라고 하고 각 entity는 인지와 관계, 개념으로 나뉜다. 속성에 대한 구조는 그림 2와 같으며, entity를 구분하기 위한 레이블과 entity를 측정하는 수치인 quantity,

entity의 본질이나 구조 성격을 나타내는 quality, entity의 특성을 범주화하는 type, 외부와의 관계를 표현하는 role로 구성된다.

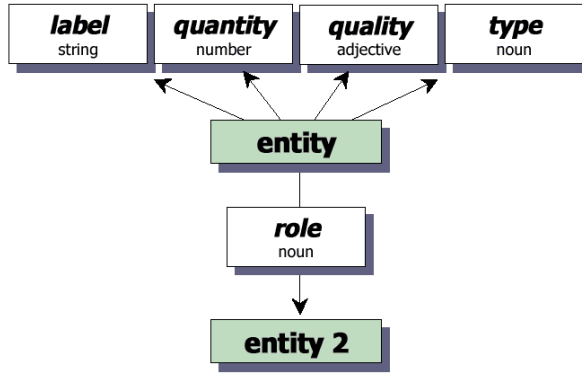


그림 1. 메타 데이터 스키마의 entity
Fig. 1. Entity of meta data schema

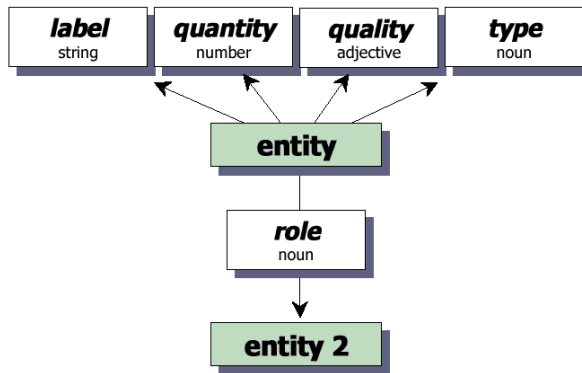


그림 2. 메타 데이터 스키마의 구조
Fig. 2. Structure of meta data schema

INDECS 프레임워크 내에서는 전자 상거래 내에서의 식별체계의 지원을 목표로 하기 때문에 다양한 메타 데이터간의 관계뿐만 아니라 상거래 상에 얽히는 사람과 기관에 대한 관계 구조도 나타나 있다.

Ⅲ. 워터마킹 개념

워터마킹은 텍스트, 이미지, 비디오, 오디오 등의 데이터에 원래의 소유주만이 아는 마크를 사람의 육안이나 귀로는 구별할 수 없게 삽입하고 이를 네트워크에서 제공한다. 만약 사용자들이 멀티미디어 디지털 정보를 불법 복제하여 정당한 대가나 허락 없이 상업용 혹은 기타 용도로 사용되었을 때 자신의 '마크'를 추출함으로써 자신의 소유임을 밝힐 수 있고, 이는 소유권 주장에 결정적인 증거가 된다.

워터마크라는 용어는 지폐 제작 과정에서 유래된 것이다. 일반적으로 지폐 제작 과정에서 젖어있는 상태에서 그림을 인쇄하고 이를 말린 다음 양면을 인쇄하게 된다. 이처럼 젖어있는 상태에서 그림을 넣는 기술을 워터마크라 부른다. 그런데 젖어있는 상태에서 인쇄를 하게 되면 그림이 번지기 때문에 고난도의 인쇄 기술이 필요하게 되는데, 실제 이 공정은 지폐 제작 과정에서 가장 어렵고 비용이 많이 드는 과정이다. 흔히 위조지폐 여부를 가리기 위해 지폐를 불빛에 비춰보는데, 이때 지폐의 안쪽에 보이는 것이 워터마크된 그림인 것이다.

좀더 거슬러 올라가면 중세기 때 비밀스러운 연애편지나 유서, 혹은 군사 목적의 통신문을 쓸 때 약품 처리를 하여 받은 사람이 특수한 처리를 해야 편지를 읽을 수 있는 처리 과정도 일종의 워터마크 기술에 속한다. 즉, 마크를 보통의 문서나 편지 속에 숨겨서 보낸다는 의미에서는 일종의 워터마킹이라고 할 수 있다. 현재 논의되고 있는 기술은 디지털 워터마킹 기술로서 인터넷이 빠르게 보급되고 있고 웹상에서는 책이나 그림, 음악 등의 저작물이 대량으로 복사되고 배포될 수 있기 때문에 중요한 기술로 떠오르고 있다.

특히 전자 상거래 시대에는 전자책, 인터넷 신문과 잡지, TV, Video, 동영상 압축 기술인 MPEG에서 Audio 압축 기술인 음악 MP3 등이 네트워크 상에서 거래되고 제공될 것으로 예상하고 있다. 그러나 정보 기술의 발전으로 대량의 복사가 순식간에 가능해지고, 통신망의 발달로 공간 제약 없이 대량의 배포가 순식간에 가능하게 되어, 그에 대한 대책이 필요한 실정이다. 실제로 웹상에서 MP3음악 파일과 그림 파일, 동영상 파일 등을 마음대로 다운로드 받을 수 있기 때문에 불법 복제

행위가 심각한 문제로 떠오르고 있다. 이러한 불법 사용자를 차단, 색출하기 위해서는 워터마킹 기술이 절실히 요구되고 있다. 오늘날 디지털 매체의 증가와 함께 디지털 워터마크라는 개념이 등장하게 된 것이다.

따라서, 워터마킹이란 멀티미디어 콘텐츠를 보호하기 위하여 여기에 특별한 형태의 워터마크를 감추고 추출하는 모든 기술적 방법을 뜻한다. 초기에는 원래의 멀티미디어 저작물 자체에 대해서 은닉시키는 방법을 연구하였지만, 현재에는 많은 기술적 변환 방법을 이용한 강력한 워터마킹 기술이 개발되고 있다.

A. 저작권 보호를 위한 워터마킹 적용범위

워터마킹 기술은 1990년 연구된 것으로 콘텐츠 자체에 공급자 정보나, 사용자 혹은 구매자에 대한 정보를 은닉하는 기술이기 때문에 콘텐츠에 항상 따라다니는 정보라는 장점을 가지고 있다. 디지털 워터마크는 저작권 보호를 위한 영역에서 다음의 용도로 사용할 수 있다.

1. 저작권 보호

지적 재산권의 보호를 위해서 콘텐츠 소유자가 자신의 콘텐츠에 저작권 정보를 나타내는 워터마크를 삽입하고, 누군가 자신의 저작권을 침해했을 때 법정에서 자신의 소유권을 증명할 수 있는 정보로 사용한다.

2. 핑거프린팅

불법복제의 원천지를 추적하기 위해서 콘텐츠 소유자가 핑거프린팅 기술을 사용할 수 있다. 이 경우에 콘텐츠 소유자는 콘텐츠를 공급받는 사용자마다 ID나 일련 번호와 같은 다른 워터마크를 삽입함으로써 라이선스 계약을 위반하고 불법배포를 한 사용자를 찾아내는 데 사용할 수 있다.

3. 복제방지

워터마크내에 저장된 정보는 복제방지를 위한 목적으로 직접 디지털 기록장치를 제어할 수 있다. 이 경우에 워터마크는 복제방지 비트를 나타내고, 기록장치의 워터마크 검출기는 콘텐츠가 복제 가능한 것인지 아닌지를 결정한다.

4. 방송 모니터링

상업성 광고 속에 워터마크를 삽입하는 것에 의해서 자동화된 모니터링 시스템이 광고가 계약대로 방송되고 있는지를 확인할 수 있다. 광고뿐 아니라 TV 프로그램도 이러한 방법으로 보호될 수 있다. 뉴스와 같은 경우에 시간당 \$100,000의 가치가 있으나 지적재산권 침해를 받기 쉬운 콘텐츠이다. 방송 감시 시스템은 모든 방송채널을 체크할 수 있고 발견여부에 따라서 TV방송국에 과금을 할 수 있다.

5. 데이터 인증

연약한 워터마크는 데이터에 대한 인증을 체크하는 데 사용할 수 있다. 연약한 워터마크는 데이터가 위조되었는지 여부와 위조된 위치에 대한 정보를 제공한다.

디지털 워터마크 기법은 삽입하려는 원본 디지털 데이터의 품질에 손상을 주지 않는 범위 내에서 원본 데이터 안에 포함된다. 원본 데이터와 함께 섞여서 원본 데이터의 크기가 변하지 않으며 원본 데이터의 파일 형태를 바꾸지도 않는다. 워터마크된 데이터 파일은 사용자가 별다른 조작 없이 일반적인 방법으로 그 내용을 볼 수 있지만 불법적인 복제, 배포 등으로 원 저작자의 소유권이 침해된 경우 포함된 워터마크를 근거로 원 저작자의 소유권을 보호하는 것이 가능하다.

B. 워터마킹 기술의 활용조건

각 워터마킹 기술의 응용분야에 따라서 특정한 요구사항을 갖기 때문에 응용분야마다 요구사항이 다르다. 여기서는 저작권 보호라는 기본 취지에서 워터마킹 기술에 필요한 방향에 대해서 언급하고자 한다. 워터마킹 기술이 콘텐츠 내부에 삽입되기 때문에 원본의 손실이 불가피하고, 따라서 워터마킹 기술로서 활용되기 위해서는 다음의 조건을 만족해야 한다[19].

1. 시각적 투명성

멀티미디어 콘텐츠의 응용분야에서 워터마킹 알고리즘은 워터마크가 원본 데이터의 품질에 영향을 미치지 않도록 삽입되어야 한다. 이러한 요구 사항을 만족하기 위하여 사람이 인식하지 못하는 주파수 계수값에 워터마크 삽입하는 방법이 연구되고 있다. 그러나 정지영상의 JPEG이나 MPEG과 같은 손실 압축을 하는 경우에 삽입된 워터마크가 손상되는 문제가 발생할 수 있다.

2. 워터마크 삽입량

워터마크에 들어갈 수 있는 정보의 양은 응용에 따라 종속적이다. 불법 복제 방지의 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 ISBN은 약 10자리 십진수, ISRC(International Standard Recording Code)는 12자리의 영숫자를 사용하므로 60비트에서 70비트 정도의 정보를 원본 데이터인 이미지나 비디오 프레임, 오디오 클립에 삽입할 수 있어야 한다.

3. 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 압축 등에 의해서 워터마크 손실이 생겨서는 안된다. 예를 들면 손실압축, 필터링, 크기조정, 잘라내기, 밝기조정, 회전 등으로 인해서 신호에 왜곡이 생기게 된다. 이러한 다양한 신호의 손상에도 불구하고 워터마크는 추출이 되어야 한다.

4. 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.

5. 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.

C. 공간영역에 의한 워터마킹

공간적 관점에서 워터마크를 삽입하는 방법은 이미지와 같은 데이터를 공간적 측면으로 분석하여 삽입하려는 정보를 공간상에서 흩어 버려서 쉽게 구별을 할 수 없도록 하는 방법으로, 일반적으로 화면 화소 값(YIQ)에 미세한 변화를 워터마크로 사용하는 방법이다. 이 방법은 워터마크의 삽입은 쉽지만, 손실 압축(JPEG)이나 필터링과 같은 이미지 처리에 약하다는 면이 있다.

물리적 픽셀 영역, 즉 공간 영역에서 워터마크를 삽입하는 가장 간단한 방법은 픽셀들을 임의적으로 선택하여 밝기 값의 LSB를 변형시키는 것이다[8]. 이 방법은 잡음과 일반적인 신호 처리에 강인하지 못하다는 단점을 가지고 있다. 또한 데이터 전송 및 잡음에 매우 민감하고, 데이터 압축과 같은 영상의 변형에 내장된 워터마크를 쉽게 손실하는 문제점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여 인간의 시각 특성을 이용할 수 있다. 즉, 인간 시각의 마스킹 효과에 의해 영상 내의 결 영역이나 윤곽선 둘레의 밝기 값의 변화는 육안으로 잘 구별할 수 없다는 점을 이용하여 워터마크를 삽입한다. 다음은 공간 영역에서의 워터마킹 방법 중 대표적인 방법들이다.

1. Bender가 제안한 방법

공간 분석 방법 응용의 대표적인 예로서 Bender가 제안한 방법으로 패치워크(Patchwork)가 있다[2]. 이 방법은 이미지에서 n 개의 쌍을 임의로 선정한 (a_i, b_i) 에서 a_i 는 명암 값을 하나씩 더해 주고, b_i 는 명암 값을 하나씩 빼 줌으로써 공간상에 디지털 워터마크가 삽입하도록 구현하였다. 그러나 이 방법은 가시적인 이미지의 질을 저하시키는 단점이 있다.

2. Pitas와Kaskalis가 제안한 방법

패치워크와 유사한 방법으로서, Pitas와 Kaskalis의 논문에서 제안하는 방법은 이미지를 두 개의 동등한 크기의 부분 집합으로 나누어 그 중 하나의 부분 집합에 있는 픽셀에 대하여 양의 정수인 k-factor를 더하는 방법을 제안하였다[18]. 그러나 이미지의 각 픽셀의 명암을 모두 계산하기 때문에 데이터가 적은 흑백 이미지에서도 비효율적인 방법으로, 데이터의 양이 매우 많은 칼라 이미지에 적용하기에는 불가능하다.

3. Caronni가 제안한 방법

Caronni의 논문에서는 픽셀 단위의 계산량을 줄이기 위해서 이미지를 N의 블록으로 나누어 각 이미지 블록의 밝기 값에 비트 스트림을 삽입하는 방법으로 블록에 있는 픽셀의 평균값이 임계값보다 클 경우에는 '1'로 부호화하고, 임계값보다 작을 경우에는 '0'으로 부호화 하는 방법을 제안하였다[6]. 그러나 이 방법 또한 칼라 이미지에서는 그 계산량이 많으며 블록이 클수록 워터마크가 손실되거나 원본 이미지의 질을 떨어뜨리는 단점이 있다.

D. 주파수영역에 의한 워터마킹

주파수를 이용한 방법은 멀티미디어 데이터를 주파수 성분의 아날로그 신호로 변환하고 삽입하려는 워터마크를 동일하게 아날로그 신호로 변환하여 삽입하는 방법이다. 일반적으로 멀티미디어 데이터를 변환하는 방법으로 이산 코사인 변환(DCT), 고속 푸리에 변환(FFT), 웨이블릿 변환 등을 이용한다. 이러한 방법들은 삽입하려는 워터마크 계수들이 원래 데이터의 전 영역에 분포하게 되며 한번 삽입된 워터마크는 삭제가 어려운 장점이 있어 많이 사용되나, 알고리즘이 다소 복잡하며, 잡음과 압축 영상에 강하다. 그림 3과 그림 4는 전형적인 워터마킹 시스템이다.

그림 3은 워터마크 삽입 과정을 나타내며, 그림 4는 워터마크 추출 과정을 보여준다.

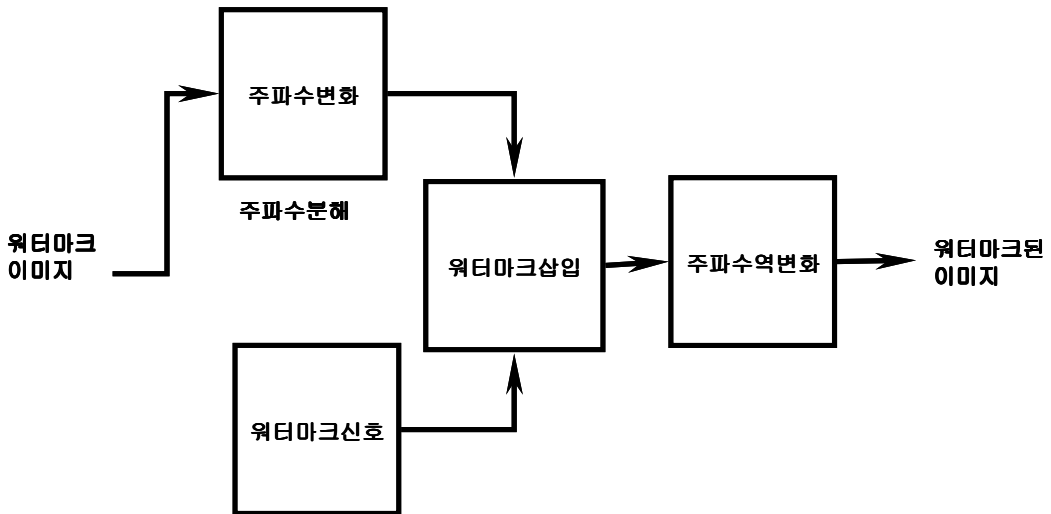


그림 3. 워터마크의 삽입 과정

Fig. 3. insertion process of watermark

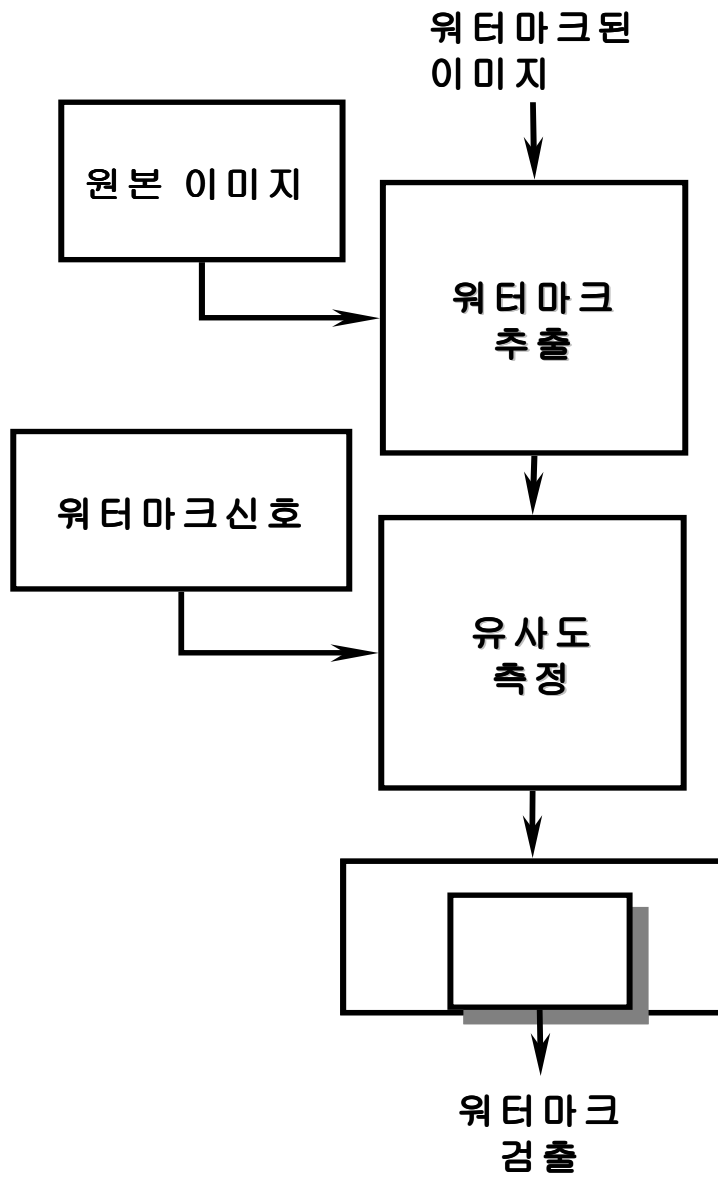


그림 4. 워터마크의 추출 과정

Fig. 4. Detection process of watermark

주파수 영역에서의 워터마킹 방법은 영상 데이터를 Fourier Mellin[3], Fourier Transform[1], DCT, Wavelet[4,11,24]등과 같은 변환으로 주파수 공간으로 변환하여 그 주파수 영역들 중에서 시각적으로 덜 민감한 부분에 적응적으로 워터마크를 삽입하는 방법이다.

다음은 주파수 영역에서의 워터마킹 방법 중 대표적인 방법들이다.

1. Cox가 제안한 방법

Cox의 방법은 가장 널리 알려진 방법 중의 하나로써, $N \times N$ 이산 코사인 변환 계수 중 가장 높은 n 개의 이산 코사인 변환 계수에 함수에 의한 순열을 삽입하는 방법을 제안하였다. Cox가 제안한 방법[4,5,28]은 대역 확산 기법을 이용한 방법으로, DCT 변환을 통해 얻은 주파수 성분의 계수에 워터마크를 삽입함으로써 시각적으로 덜 민감한 고주파 성분에 적응적으로 워터마크를 삽입하였다.

대역 확산 통신에서는 협대역 신호를 훨씬 큰 대역폭에 걸쳐서 보냄으로써 하나의 주파수에서 볼 때 신호의 에너지는 아주 적은 양이 된다는 개념으로 워터마크를 주파수 성분에 걸쳐서 분산시켜 삽입함으로써 에너지가 분산되어 한 주파수에서 보면 매우 적은 양이 되므로 훼손이 어렵게 되기 때문에 워터마크가 삽입된 주파수의 위치나 내장 정보를 알 수 없게 만드는 것이며, 삽입에 이용되는 주파수 성분도 원본 영상의 특성을 결정짓는 성분들이 선택되므로 각종 신호 처리 과정이나 고의적인 공격 등에 대하여 강인한 특성을 갖게 된다고 하였다.

워터마크 삽입 방법에서는 원본 영상의 전체 크기에 대한 DCT를 수행한 후 DC 성분을 제외한 주파수 계수 중에서 가장 큰 값을 가지는 주파수 계수를 선택하여

워터마크를 삽입하였다. 그러나 이러한 대역 확산 기법은 공격에는 강하나 워터마크 삽입 후 화질의 변화가 생기고, 화질의 변화를 없애기 위해 중간 주파수에 삽입을 하면 화질은 좋은 반면 공격에 약한 경향을 보였다.

2. Boland가 제안한 방법

Cox의 방법과 비슷한 접근 방법으로 Boland는 이미지를 블록으로 나누고, 이 블록내의 각 픽셀 값에 대한 편차를 구하며, 그 편차를 -127에서 127까지 정규화를 시킨 다음, 주파수 공간에서 계수들에 이진수를 삽입하는 방법을 제안하였다[10].

3. Podilchuk과Zeng이 제안한 방법

인간의 시각 기관 구조의 특성을 이용한 Podilchuk 와 Zeng이 제안한 방법[27]은 어느 정도 개선된 방법이다. 그러나 저작자가 이 방법을 이용할 경우 가시적인 변화로 인해 사용하기 어렵다. 또한 워터마크 감지의 경우 삽입 방법과 정확히 일치하는 과정을 통해서만 추출이 가능하다.

4. Xia가 제안한 방법

영상을 웨이블릿 변환한 후 최저주파 대역을 제외한 나머지 부대역에 워터마크를 삽입하는 방식을 제안[7]한 Xia는 영상을 다해상도 분해하여 단계별로 다른 가중치를 주어 워터마크를 삽입하면 성능을 향상시킬 수 있다고 한다. 그러나 Xia가 제안한 방법은 워터마크가 삽입된 영상을 손실 압축시킬 경우 고주파 성분의 정보들은 손실되고, 저주파 성분의 정보들은 남아 있게 되므로 고주파 성분에서 추출한 워터마크는 손실이 된다는 특성을 갖고 있기 때문에 압축 영상에서의 워터마크 추출에 약한 단점을 갖고 있다

IV. 동영상 데이터

A. 동영상 데이터의 구조

동영상 데이터는 씬이라는 비디오의 이벤트 단위로 나눌 수 있다. 비디오를 씬 단위로 나누는 것이 가장 이상적인 방법이지만 씬이라는 것은 의미그룹으로서 자동으로 씬을 검출하는 것은 현재 매우 어려운 작업이라고 할 수 있다. 따라서 물리적 단위인 컷을 검출하는 작업이 수행된다. 우선 동영상 데이터의 구조를 살펴보면 다단계 계층적 구조로 표현될 수 있다.

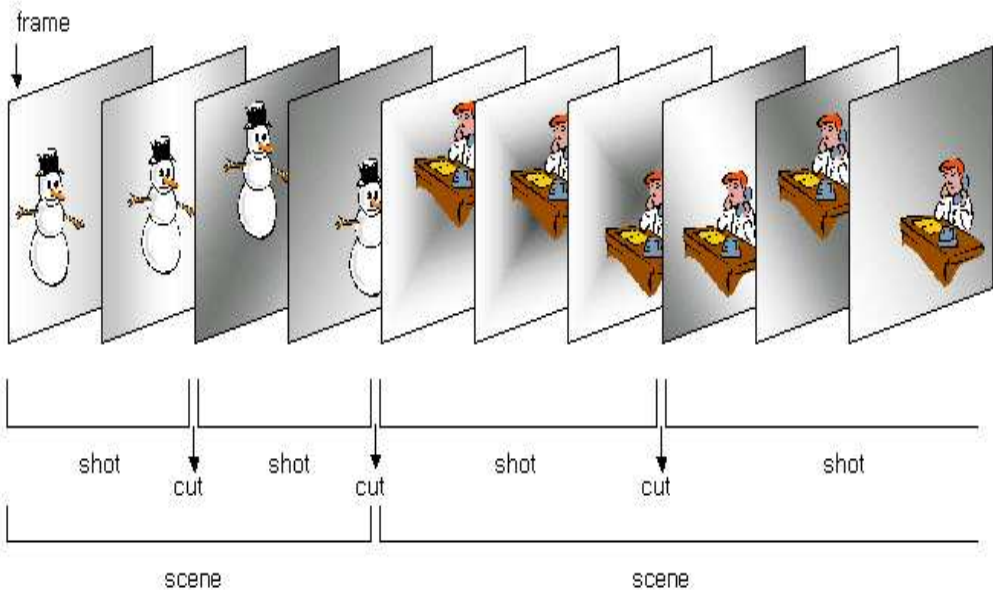


그림 5. 동영상 구조

Fig. 5. Structure of video

Frame : 동영상 데이터를 구성하는 최소단위이며, 카메라 필름 한 장에 해당하는 하나의 정지영상이다.

Shot : 동영상을 구분할 때의 기본단위로 필름이 끊기지 않고 연결된 프레임으로 구성되었다.

Scene : 하나의 주 대상을 촬영한 연속된 Shot들의 집합이다.

Cut : Shot과 Shot 사이의 경계에 해당하는 장면 전환점이다.

B. 동영상 데이터의 키 프레임 추출 알고리즘

1. 동영상 데이터의 키 프레임 추출기법

동영상 데이터는 초당 수십 장의 프레임을 내보내 움직임을 구현하도록 되어있어 시간적으로 연속적인 프레임들이 서로 유사한 배경구성과 이미지들의 변형으로 나타나는 특성이 있다. 따라서 동영상 데이터의 모든 프레임을 입력하여 검색할 경우, 컴퓨터 메모리의 제한과 저장 용량의 과중으로 인해 처리 시간과 저장 용량의 낭비에 지나지 않는 경우가 많으며, 또한 검색에서도 그 만큼 많은 시간이 소요되게 된다. 이러한 문제점은 키 프레임 추출 기법을 이용하여 처리 하였다. 동영상 데이터의 키 프레임 추출 기법은 장시간에 연속적인 프레임들이 서로 유사한 배경 구성과 이미지들의 변형으로 이루어짐으로 연속성이 끊어지는 부분이 검색 대상이 되며, 그 영상이 컷이 된다. 또한 처리 시간과 저장 용량의 낭비를 최소화하기 위하여 각 프레임 별로 동영상 데이터의 대각선 방향의 특정영역을 표본추출 하여 대용량 동영상 데이터를 소용량의 정지영상으로 샘플링하였다. 샘플링은 $A(i, j)$ 행렬로 j 는 프레임 수, i 는 프레임의 영상 높이로 저장한 내용을 그림으로 표현하면 그림 6과 같다. 그리고 그림 7과 같이 동영상 데이터의 장면이 변환된 부분을 한눈에 파악할 수 있다[44,45,46,47,48,50].

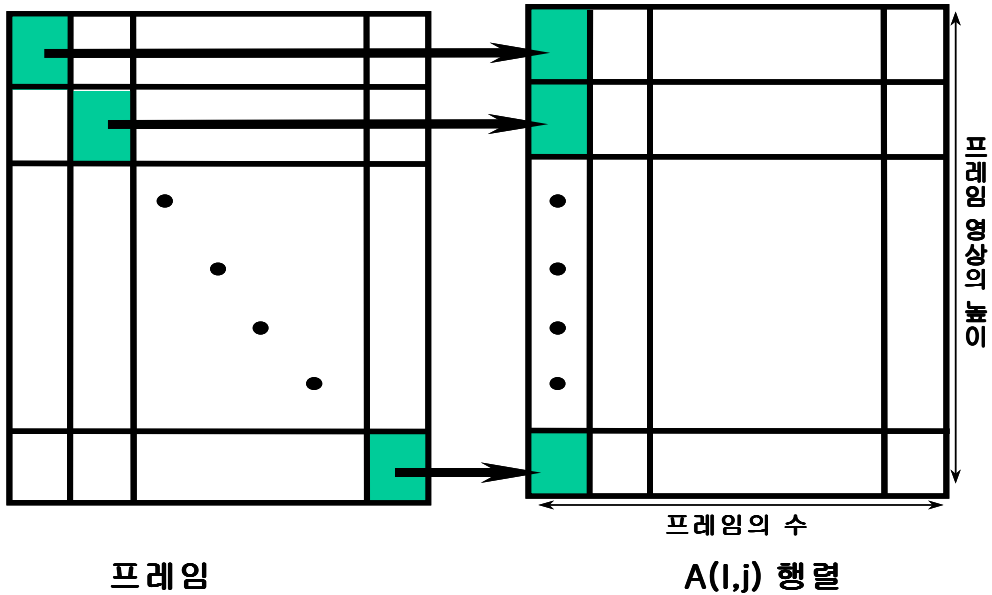


그림 6. 프레임에서 추출된 픽셀값의 저장구조

Fig. 6. Storage structure of pixel value detected in frame

키 프레임 추출 기법은 일반적인 장면 전환점과 점진적으로 변화는 장면 전환 프레임까지 검출하는데 중점을 두었다. 이를 위하여 동영상 데이터 A 를 정의하는데 $A(i, j)$ 행렬로 j 는 프레임의 수, i 는 프레임 영상의 높이)로 나타낸다. 각 프레임의 픽셀의 RGB값들을 대각선으로 하여서 대표 값들로 표본 추출된 행렬 A 의 열 a_i 과 a_{i+1} 의 차이가 큰 i 열이 장면 전환이 일어나는 프레임의 컷으로 검출한다.

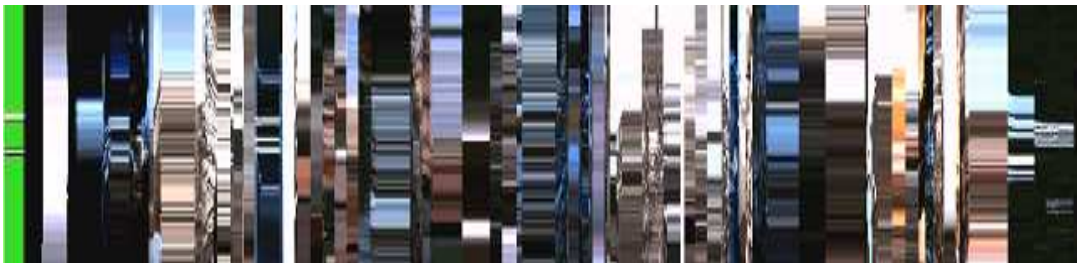


그림 7. 동영상 데이터의 샘플링 화면
Fig. 7. Sampling screen of video data

2. 동영상 데이터의 키 프레임 추출알고리즘

동영상 데이터의 각 프레임들은 대각선 방향으로 샘플링함과 동시에 RGB값을 추출하고, 그 값들은 행렬 A에 저장하여 전 프레임과 다음 프레임의 MSE를 계산하도록 하였다. 행렬 A의 열 a_i 와 a_{i+1} 의 차이가 큰 i 열이 장면 전환이 일어나는 곳이다. 행렬 A의 열 a_i 과 a_{i+1} 의 차이를 정의하기 위하여 표 1의 알고리즘을 이용한다.

식 (1)에서 E_1 은 동영상 첫 프레임 데이터로 행렬 A의 1열 a_1 과 다음 프레임인 행렬 A의 2열 a_2 이며, 두 프레임의 MSE을 의미한다.

$$E_1 = \sqrt{(a_{11} - a_{21})^2 + (a_{12} - a_{22})^2 + \dots + (a_{1i} - a_{2i})^2} \text{-----} (1)$$

식 (2)에서 동영상 데이터는 많은 프레임으로 구성되었다. 그러므로 k 는 동영상 데이터의 프레임 수를 의미 하고 E_k 는 동영상 데이터 행렬 A의 $k-1$ 열 a_{k-1} 과 k 열 a_k 의 MSE이다.

$$E_{k-1} = \sqrt{(a_{(k-1)1} - a_{k1})^2 + (a_{(k-1)2} - a_{k2})^2 + \dots + (a_{(k-1)i} - a_{ki})^2} \text{----} (2)$$

이렇게 MSE를 이용하여 식 (2)에서 얻어진 E_k 을 이용하여 프레임의 컷 f 를 찾을 수가 있다.

$$|E_{f-1} - E_f| \geq t \text{-----} (3)$$

식 (3)에서 t 는 프레임 컷을 찾는 임계값이고, E_f 는 전환이 일어나는 프레임 번호를 나타낸다.

표 1. 동영상 데이터의 MSE 추출 알고리즘

Table 1. MSE detect algorithm of video data

```

;동영상데이터 추출
for( i = 1 to frame x 축값)
    store a[i][j] = Image[i][j]; //j frame의 대각선방향의 데이터 값
    Pict_Image[i][j] = Image[i][j]; //j 프레임의 대각선방향의 데이터 표본추출
;추출 데이터의 SSD구함
for( f = 1 to frame_end) {
    for( g = 1 to i) {
        hap = hap + (Store a[g][f] - Store a[g][f+ 1])2 ;
    }
    SSD_Tab[f] = SQRT(hap);
    hap = 0;
};
;임계값과 비교
k = 0; //컷 frame 수 카운터
for( f = 1 to frame_end) {
    Chang[f] = SSD_Tab[f] - SSD_Tab[f+ 1];
    if (Chang[f] >= t) {
        Chang_Image[] = f; //frame 데이터 저장
        k = k + 1;
    }
};

```

표본 추출된 정지영상 비디오 스트림에 대한 E값의 변화가 크기 때문에 컷 전환점보다 높게 나올 수가 있다. 따라서 본 알고리즘에서는 표본 추출된 정지영상 데이터의 수직 에지 성분을 두드러지게 함으로써 컷 전환점의 E값을 올려주어 그 효율을 높여준다. 여기서 사용하는 에지 추출방법으로 소벨 오퍼레이터를 사용한다.

소벨 오퍼레이터는 이미지에서 거리가 가까운 픽셀의 값이 원 픽셀의 값과 근사한 값이면 감소시키고, 거리가 가까운 픽셀의 값이 원 픽셀의 값과 차이가 많이 나면 값을 증가시킨다. 이러한 원리를 이용하는 소벨 오퍼레이터 값들은 표 2와 같다.

표 2. 소벨 오퍼레이터의 값들

Table 2. Values of sobeloperator

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

소벨 오퍼레이터를 통과한 정지영상데이터로 MSE 추출 알고리즘을 이용하여 컷 장면은 물론 점진적인 장면전환점까지 일어나는 부분을 판단할 수 있다.

C. 웨이블릿 변환에 이미지-적응적인 워터마크 알고리즘

웨이블릿 변환을 한 이후에 손실 압축이나 필터링, 잡음에 크게 영향을 주는 저주파 성분과 시각 특성에 큰 의미를 갖는 명도와 대비 변화에 강한 고주파 성분에 각각 임계치를 적용하여 소유자에 대한 정보인 워터마크를 시각적으로 보이지 않게 삽입하는데 있어서 중요한 요소는 비가시성과 견고성을 어느 정도 유지할 수 있는냐에 있다.

인간 중심의 시각 시스템 관점에서 주파수 기반의 워터마크인 이산 코사인 변환과 이산 웨이블릿 변환보다 더욱 개선된 투명성과 견고성을 제공하기 위하여 이산 웨이블릿 변환에 이미지-적응 워터마크 알고리즘을 적용을 워터마크의 삽입, 추출, 인증함으로써 디지털이미지의 저작권보호와 인증할 수 있는 방법이다[43,49].

IA-W 구조의 워터마크 encoder는 식 (4)를 이용하며, 여기서 $X_{u,v}$ 는 최초의 원본 이미지 $x_{i,j}$ 의 주파수 계수이며, $X_{u,v}^*$ 는 워터마크된 이미지의 주파수 계수, $W_{u,v}$ 는 워터마크 값의 순서이며, $J_{u,v}$ 는 개개의 주파수 계수의 계산을 위해 처리된 임계값 즉 JND(*just noticeable difference*) 값이다.

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{u,v}^* = X_{u,v} + J_{u,v} W_{u,v} \quad (X_{u,v} > J_{u,v} \text{ 일 경우}) \\ X_{u,v}^* = X_{u,v} \quad \quad \quad (X_{u,v} \leq J_{u,v} \text{ 일 경우}) \end{array} \right\} \text{----- (4)}$$

웨이블릿 변환을 이용한 주파수 분할에 이미지-적응 워터마킹 구조를 적용한 블록도는 그림 8과 같다. block-기반 DCT 변환을 이용한 주파수 분할에도 이미지-적응 워터마킹 구조를 도입하여 시각화할 수 있다.

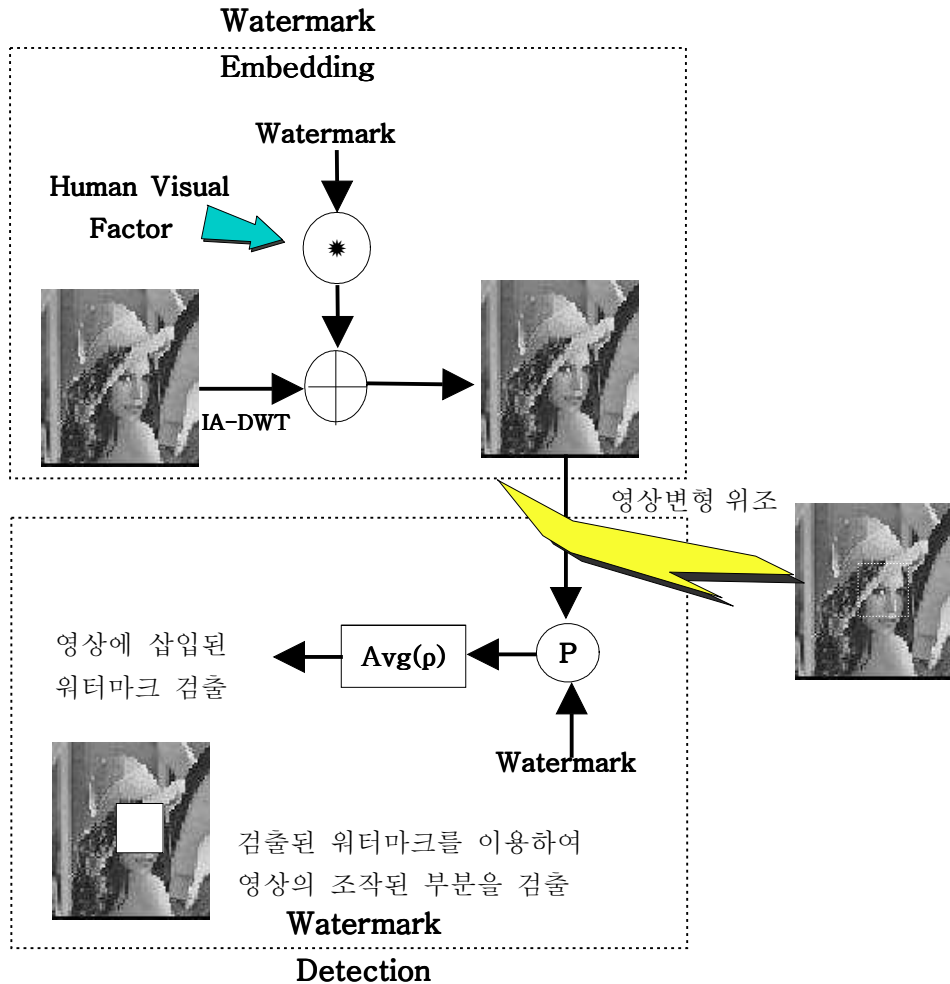


그림 8. 이미지 적응 워터마킹 구조
 Fig. 8. Image-adaptive watermarking structure

IA-W 구조의 주파수 분할을 위한 임계값은 9-7 쌍직교 필터를 사용한 계층적인 분할에 의해 결정할 것이다. IA-W 구조를 계층적으로 분할함으로써 DCT 기반의 어떤 구조보다 여러 형태의 다양한 왜곡에 대하여 더욱 견고하고, 공간 영역에서 지역적이고 총괄적인 워터마크 워터마크가 가지는 장점을 모두 제공할 수 있도록 하

였다. 지역적 공간 영역에서 지원을 받는 워터마크의 주파수 성분은 지역적인 시각 특성 효과에 알맞고, cropping과 같은 신호 처리에 견고할 뿐만 아니라 총괄적인 공간 영역에서 지원을 받는 워터마크 주파수 성분은 저역 통과 필터링에 견고하다.

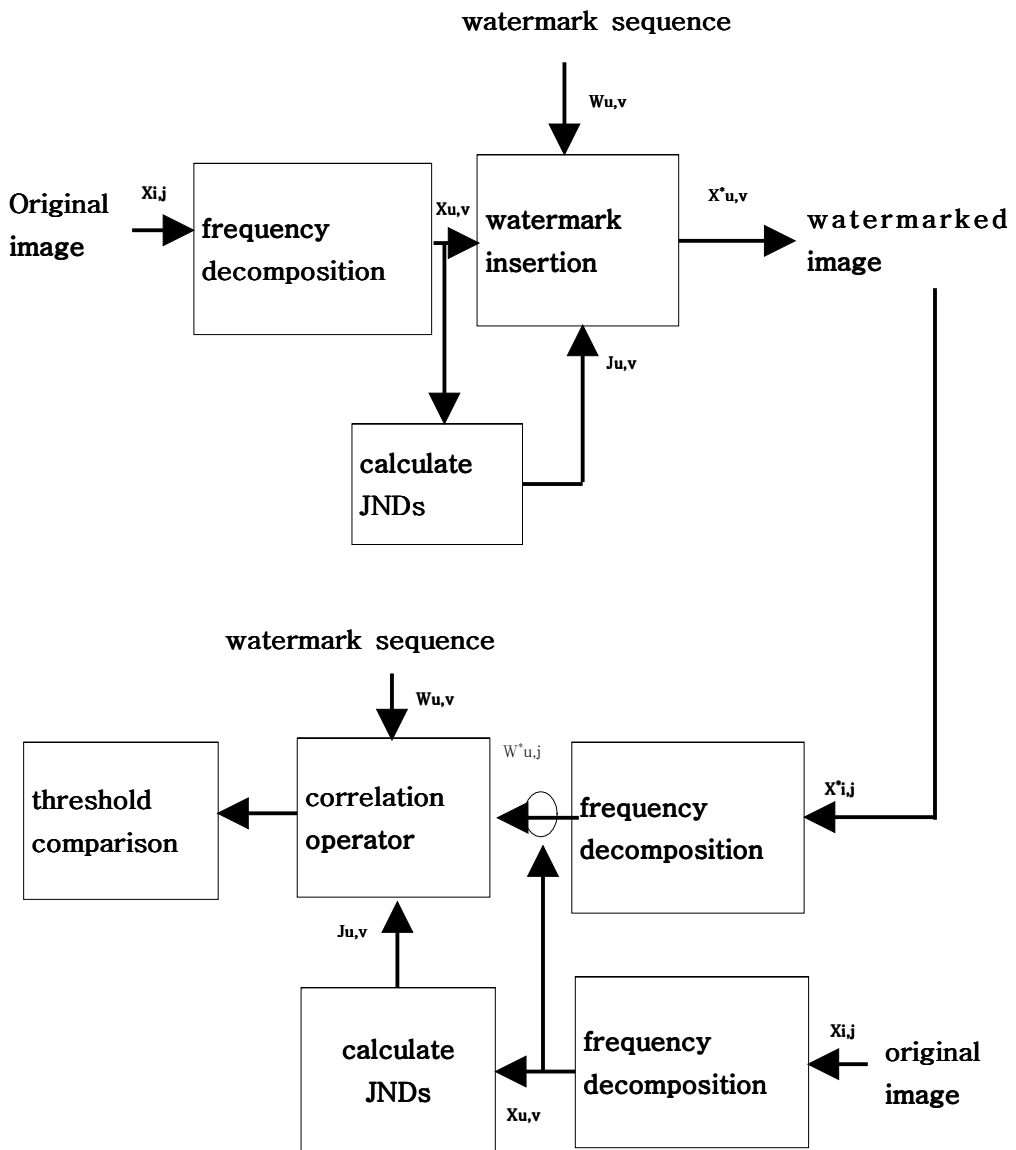


그림 9. 이미지 적응 워터마크의 일반적인 블록 다이어그램
 Fig. 9. Typical block-diagram of image-adaptive watermarking

웨이블릿 기반의 이미지-적용 알고리즘은 DCT 기반의 알고리즘보다 더 단순하게 구현된다. 웨이블릿 기반의 알고리즘에서 이용하는 임계값(JND 값 즉 Ju, v)은 전형적인 viewing 조건의 특성에 따라 각각의 주파수대를 결정한다. 워터마크의 견고성을 유지하기 위해서 저주파 성분의 대역에 워터마크를 삽입하는 것이 더욱 유익하다.

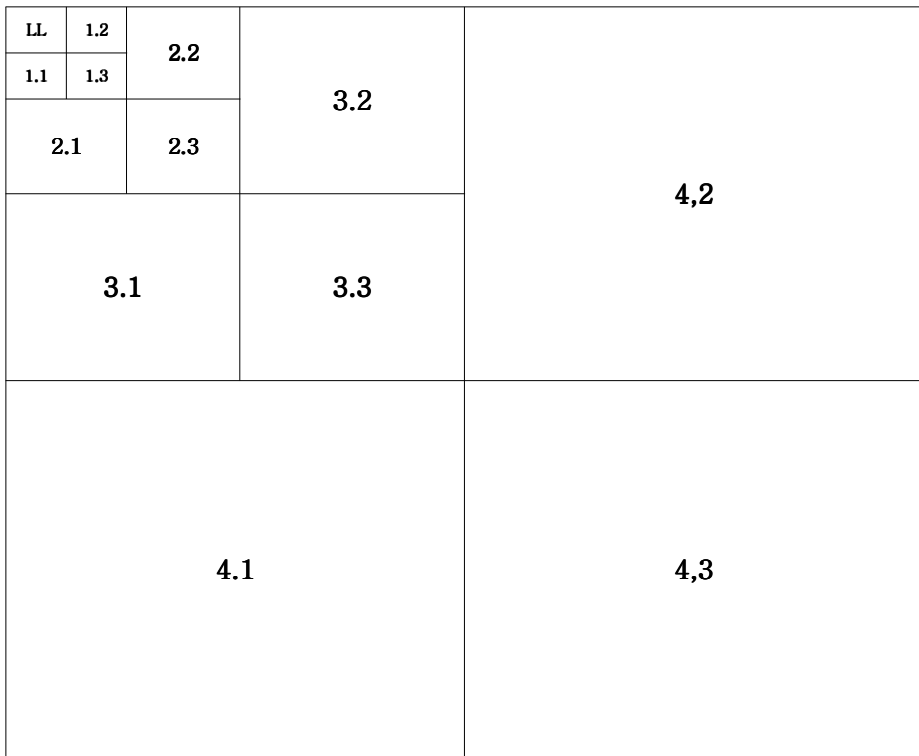


그림 10. 4 단계 웨이블릿 변환 구조

Fig. 10. The four step for transformation of wavelet structure

그림 10은 4 단계 웨이블릿 변환 구조를 나타내며, 여기서 해상도의 수준 1은 1, 2, 3, 4 로 나타내었고, 주파수의 방향 f 는 1, 2, 3으로 나타내었다. 주파수의 삽입 위치는 4개의 서로 다른 주파수 성분에 삽입하게 된다. 저주파 대역의 저주

과 성분(LL)과 고주파 대역의 고주파 성분(LH, HL, HH)은 각각 이미지의 행, 열, 대각선에 해당하는 고주파 성분만을 나타내기 때문에 계수의 값이 작고, 인접 계수 간의 차이도 적은 편이다. 여기서 1은 수평 방향의 에지 특성을 갖는 고주파 성분(LH) 즉 저-수평, 고-수직 주파수 성분을 나타내고, 2는 수직 방향의 에지 특성을 갖는 고주파 성분(HL) 즉 저-수직, 고-수평 주파수 성분을 나타내었다. 또한 3은 대각선 방향의 에지 특성을 갖는 고주파 성분(HH) 즉 고-수평, 고-수직 주파수 성분을 나타낸다. LL, LH, HL, HH 영역에 워터마크를 삽입하여 각 대역별 원본 이미지의 왜곡 정도를 비교하면 LL 대역에서는 이미지의 정보를 대부분 포함하고 있으나, 인접 계수의 변경(변화) 상태에 따라 원본 이미지의 왜곡 정도에 심한 차이를 보인다. 그림a에서 LH의 요소는 $\{(1,2), (2,2), (3,2), (4,2)\}$ 이며, HL의 요소는 $\{(1,1), (2,1), (3,1), (4,1)\}$ 이며, HH의 요소는 $\{(1,3), (2,3), (3,3), (4,3)\}$ 이다.

고주파 대역에서 웨이블릿 변환 계수들의 집합은 LH, HL, HH의 요소들을 $a_1 = \{(1,1), (1,2), (1,3)\}$ 으로, $a_2 = \{(2,1), (2,2), (2,3)\}$ 으로, $a_3 = \{(3,1), (3,2), (3,3)\}$ 으로, $a_4 = \{(4,1), (4,2), (4,3)\}$ 으로 묶어서 각각에 식 (5)를 이용하여 대역별로 산출된 임계값 t 를 기준으로 하여 각 계수들의 절대값의 크기 순으로 워터마크를 그림2와 같은 과정으로 삽입한다. 먼저 워터마크로서는 가우시안 분포를 가지는 128개의 랜덤 벡터를 생성한다. 이런 값 1000개를 무작위로 발생시켜 데이터 베이스에 보관하여 1개의 워터마크가 선택되어 영상에 삽입한다. 워터마크 검출 시는 삽입된 영상에서 워터마크를 추출하여 데이터베이스에 있는 원본 워터마크와 상관계수를 구한다.

$$T > |LL(i, j) - LL(i, j+1)| \geq t \text{-----} \quad (5)$$

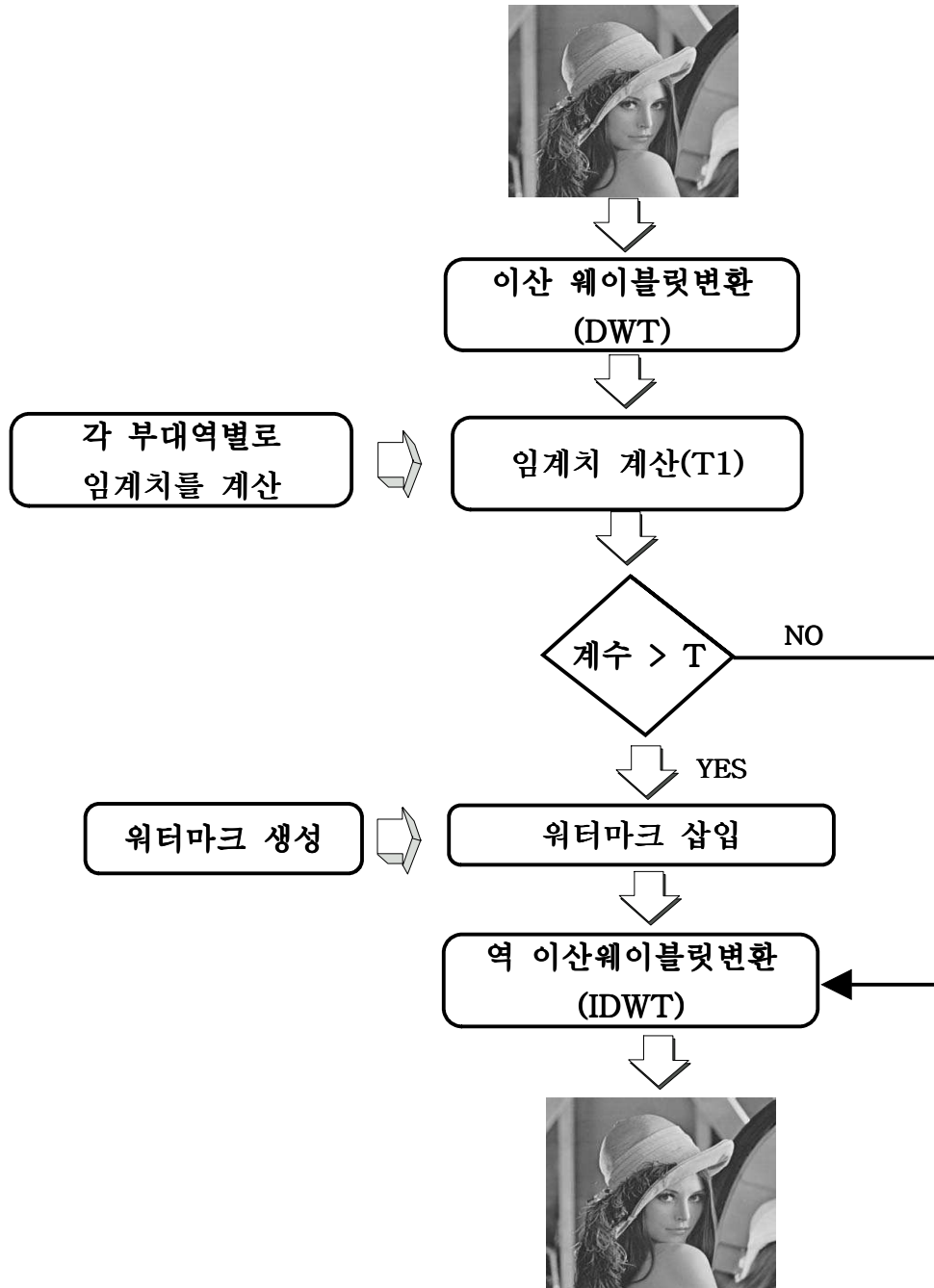


그림 11. 워터마크 삽입 알고리즘

Fig. 11. Algorithm for inserting watermark

인접 계수 간의 차이가 큰 계수 쌍들은 기저 대역의 에지(Edge)에 해당한다. 에지 부분에 워터마크를 삽입하게 되면 이미지의 품질이 저하된다. 특히 여러 단계의 웨이블릿 변환을 거치면 단 하나의 저주파 대역의 계수의 변경으로도 원본 이미지에서 8×8 픽셀 단위로 블록화 현상이 일어난다. 이 블록화 현상을 방지하기 위해 임계치를 기준 값으로 하여 임계치와 차가 큰 계수의 쌍을 워터마크 삽입 대상에서 제거하여 해결하였다. 고주파 대역에서 LH, HL, HH는 각각 이미지의 행, 열, 대각선에 해당하는 고주파 성분만을 나타내기 때문에 계수의 값이 작은 값이고, 인접 계수들 간의 값의 차가 적기 때문에 제거할 계수의 쌍이 거의 발생하지 않는다.

IA-W 워터마크 encoder는 식 (6)으로 정의한다.

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{u,v,l,f}^* = X_{u,v,l,f} + J_{l,f} W_{u,v,l,f} \quad (X_{u,v,l,f} > J_{l,f} \text{ 일 경우}) \\ X_{u,v,l,f}^* = X_{u,v,l,f} \quad (X_{u,v,l,f} \leq J_{l,f} \text{ 일 경우}) \end{array} \right\} \text{---- (6)}$$

여기서 $X_{u,v,l,f}$ 는 해상도 수준 l과 주파수 방향 f에서의 (u,v) 위치에서 웨이블릿 계수를 참조하고, $X_{u,v,l,f}^*$ 는 워터마크된 웨이블릿 계수를 참조하고, $W_{u,v,l,f}$ 은 워터마크 순서이고, $J_{l,f}$ 는 처리된 수준 l과 주파수 9-7 쌍직교 필터링을 위한 방향 f와 일치한다.

IA-W 구조에 의해 변형된 이미지는 수신된 신호의 차와 순서가 결정된 특정 워터마크 순서 사이에서 원본 이미지와 상관관계로부터 제외시킨다. 상관관계의 값은 설정된 임계값과 수신된 이미지가 문제의 워터마크를 포함하는지의 여부를 결정하기 위해 비교해야 한다. 상관 계수와 산출된 임계값 $T_p(J_{l,f})$ 의 비교를 위한

알고리즘을 수행하여 워터마크를 탐색한다. 이 때 사용된 임계값은 탐색 P_p 의 가능성과 그릇된 식별 P_f 의 가능성 사이의 교환에 의하여 수정되어진다. 마지막 단계의 워터마크 탐색은 식 (7)에 의해 결정된다. 여기서 ρ_{ww^*} 은 삽입된 워터마크 w 와 w^* 은 수신된 워터마크를 의미하는 w^* 신호 사이의 표준 상관 계수이며, 임계값 T_p 보다 큰 값이면 워터마크가 탐색된 것이고 그렇지 않으면 탐색되지 않은 것이다.

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_{ww^*} > T_p \text{ (워터마크 } w \text{ 탐색 성공)} \\ \rho_{ww^*} \leq T_p \text{ (워터마크 } w \text{ 탐색 실패)} \end{array} \right\} \text{-----} \quad (7)$$

이미지 변환에 관한 사전 지식은 인코더 또는 디코더와 결합되는 방법이다. 예를 들어 만일 이미지가 low pass filter되는 방법을 알게 된다면, 고-주파수 성분은 워터마크를 인코더할 때 제거해야 한다. 웨이블릿 구조에 의한 워터마크 decoder도 동일하게 적용되며, 상관 관계 수신자를 기반으로 한다. IA-W 디코더에서 다른 점은 그림 4에서 해상도의 수준에 따라 상관 관계가 각 주파수 영역(bin)뿐만 아니라 해상도 수준을 위해서 분리되어 처리된다. 식 (8)에서 $w_{u,v,l,f}^*$ 은 수신된 워터마크를 의미하며, 임계값 $J_{l,f}$ 에 의해 축척된 왜곡된 워터마크이다. 식 (9)에서 주파수의 해상도 수준 $l = 1, 2, 3, 4$ 로 변화되고, 주파수 방향 $f = 1, 2, 3$ 으로 변화되며 처리된다. 이 경우 표준 상관 관계는 각 subband(l, f)을 위해 분리하여 처리된다.

$$w_{u,v,l,f}^* = \frac{X_{u,v,l,f} - X_{u,v,l,f}^*}{J_{l,f}} \text{-----} \quad (8)$$

$$\rho_{ww^*}(l,f) = \frac{w_{l,f}^* \cdot w_{l,f}}{w_{l,f}^* \cdot w_{l,f}^*} \text{-----} \quad (9)$$

각 해상도 수준 l 의 평균은 식 (10)로 처리된다. 여기서 주파수 방향은 $N_f = 3$ 으로 설정하였고, 주파수의 해상도 수준은 $l = 1, 2, 3, 4$ 로 변화되며 처리된다. 개개의 결과를 분리하여 상관 관계를 평가하는 방식은 탐색 과정에서 얻을 수 있는 이점을 이용하기 위한 것이다. 예를 들면 이미지 cropping는 워터마크 값을 더 낮은 워터마크 계수보다 더 높은 계수에서 유지할 수 있을 것이다. 이것은 더 높은 워터마크 계수의 그룹이 더 작은 공간상의 지원에 대응할 수 있다는 사실에 기인된다. 반면에 저역 통과 필터링의 일부 성분은 더 낮은 계층의 워터마크 계수보다 더 높은 계층의 워터마크 계수에 영향을 미친다. 이 경우에 낮은 상관관계 값을 가진 대역은 계산된 평균치에서 제거해 주며, 다른 대역의 주파수에 대한 상관 계수도 동일한 방식으로 처리한다.

$$\rho_{ww^*}(j) = \frac{1}{N_f} \sum_{f=1}^{N_f} \rho_{ww^*}(l, j) \text{-----}(10)$$

식 (10)에서 $f = 1, 2, 3$ 이며 주파수의 해상도 수준을 $N_f = 4$ 로 설정하였다. 각 주파수 위치를 위해 상관관계를 분리하여 평가함으로써, 이미지의 다른 영역에서 더 강했던 워터마크 순서에도 원본 이미지와 결합된 강한 구조의 이점이 사용될 수 있다. 주파수 위치뿐만 아니라 모든 가능한 수준에서의 최대 상관관계 값도 또한 테스트 결과 얻은 통계치와 근사한 값을 형성할 것이다.

$$\rho_{ww^*}(j) = \frac{1}{N_l} \sum_{l=1}^{N_l} \rho_{ww^*}(l, j) \text{-----}(11)$$

1. 워터마크 삽입

워터마크 삽입은 다음과 같은 과정으로 이루어졌다.

첫째, 소유권자와 이미지 내용에 대한 정보를 포함하는 워터마크를 생성한다.

둘째, 3 단계 웨이블릿 변환을 통하여 원본 이미지를 주파수 영역으로 변환하며, 고주파 대역에서는 계수의 절대치 기준의 임계치를 설정한다.

셋째, 주파수 영역에서 워터마크를 삽입할 저주파 성분 영역과 수평 방향과 수직 방향과 대각 방향의 에지 특성을 갖는 고주파 성분 영역에 임계치를 설정한다. 이 임계치는 이미지에 워터마크를 비시각적으로 삽입하기 위한 설정이다.

넷째, 설정한 임계치를 적용하여 식 (12)에 의한 웨이블릿 변환에 의해서 워터마크를 encoder 한다.

여기서 D_c 는 정해진 해상도 계층과 정해진 주파수 방향에 따른 원본 이미지의 주파수 영역에서의 웨이블릿 계수의 값, D'_c 는 워터마크가 삽입된 이미지의 주파수 영역에서의 웨이블릿 계수의 값, W_c 는 워터마크 순서, 주파수 방향과 일치되는 t_i 는 임계치를 나타낸다.

$$\left\{ \begin{array}{ll} D'_c = D_c(1 + aW_c) & (|D_c| > t_i) \text{ 일 경우} \\ D'_c = D_c & (\text{그 이외의 경우}) \end{array} \right\} \text{-----(12)}$$

식 (12)에서 스케일 매개변수 a 는 워터마크의 크기 조정을 위해서 사용한다. 매개변수 a 는 웨이블릿 변환이 대역별로 주파수 분할이 이루어지는 특성이 있으므로 워터마크의 견고성과 이미지의 비시각화를 고려하여 다르게 부여하였다. 그림 12은 다양하게 설정된 임계치를 적용하여 워터마크를 삽입하는 과정이다.

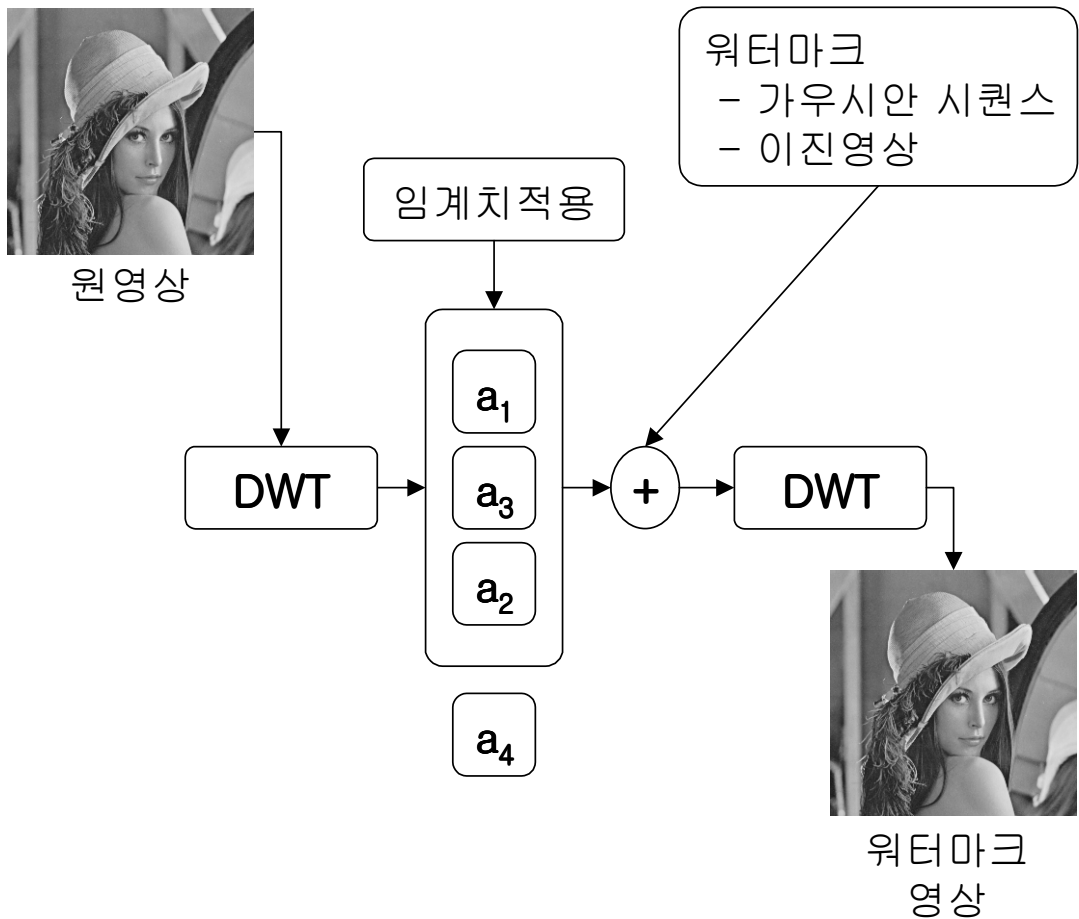


그림 12. 워터마크 삽입
 Fig. 12. insertion of watermark

다섯째, 워터마크가 삽입된 계수의 시퀀스를 역-이산 웨이블릿 변환하여 워터마크가 삽입된 이미지를 생성한다.

2차원 이미지를 웨이블릿 변환하게 되면 데이터가 $1/2^{m+1}$ 로 감소한다. 스케일 매개변수 a 는 변환 단계에 따라 식 (13)에서 산출하며, 여기서 N 은 웨이블릿 변환의 단계를 나타내고, i 는 계수 값들의 집합 D 의 순서이다. 변환 단계에 따라 데이터가 감소하게 되는 특성을 고려하여 전체의 스케일 매개변수를 적당한

값으로 설정하고($\alpha = 0.5$), 개개의 대역에 감소 비율을 정하여 서로 다른 값의 스케일 매개변수를 적용시켜서 실험하였다. N 은 DWT 변환 단계를 반복할 때마다 1씩 증가시킨다.

$$\alpha_j = \frac{2^{N-j}}{2^N - 1} \times 0.5 \text{-----} (13)$$

2. 워터마크 추출

워터마크를 추출하는 과정은 삽입시와 반대로 이루어지게 된다. 워터마크된 영상으로부터 워터마크를 검출하기 위해서는 먼저 원영상과 워터마크된 영상을 웨이블릿 변환 한 후 계수의 차를 구하고 삽입시와 동일하게 생성된 의사 잡음코드의 값과 비교하여 삽입된 워터마크 영상을 검출한다. 다음과 같은 과정으로 워터마크를 검출하고 유사도를 측정하여 비교한다. 워터마크 추출 알고리즘은 그림 13과 같다.

첫째, 원본 이미지와 워터마크가 삽입된 이미지를 각각 웨이블릿 변환에 의해 주파수 대역으로 변환한다.

둘째, 변환된 원본 이미지와 워터마크가 삽입된 이미지 사이의 계수의 차를 구한다.

셋째, 임계치를 설정하여, 그 임계치를 앞 단계에서 구한 값에 적용하여 워터마크가 삽입된 위치를 찾아내고 추출한다.

넷째, 유사도를 측정한다.

워터마크 추출 알고리즘 그림 13과 같이 나타낼 수 있다.

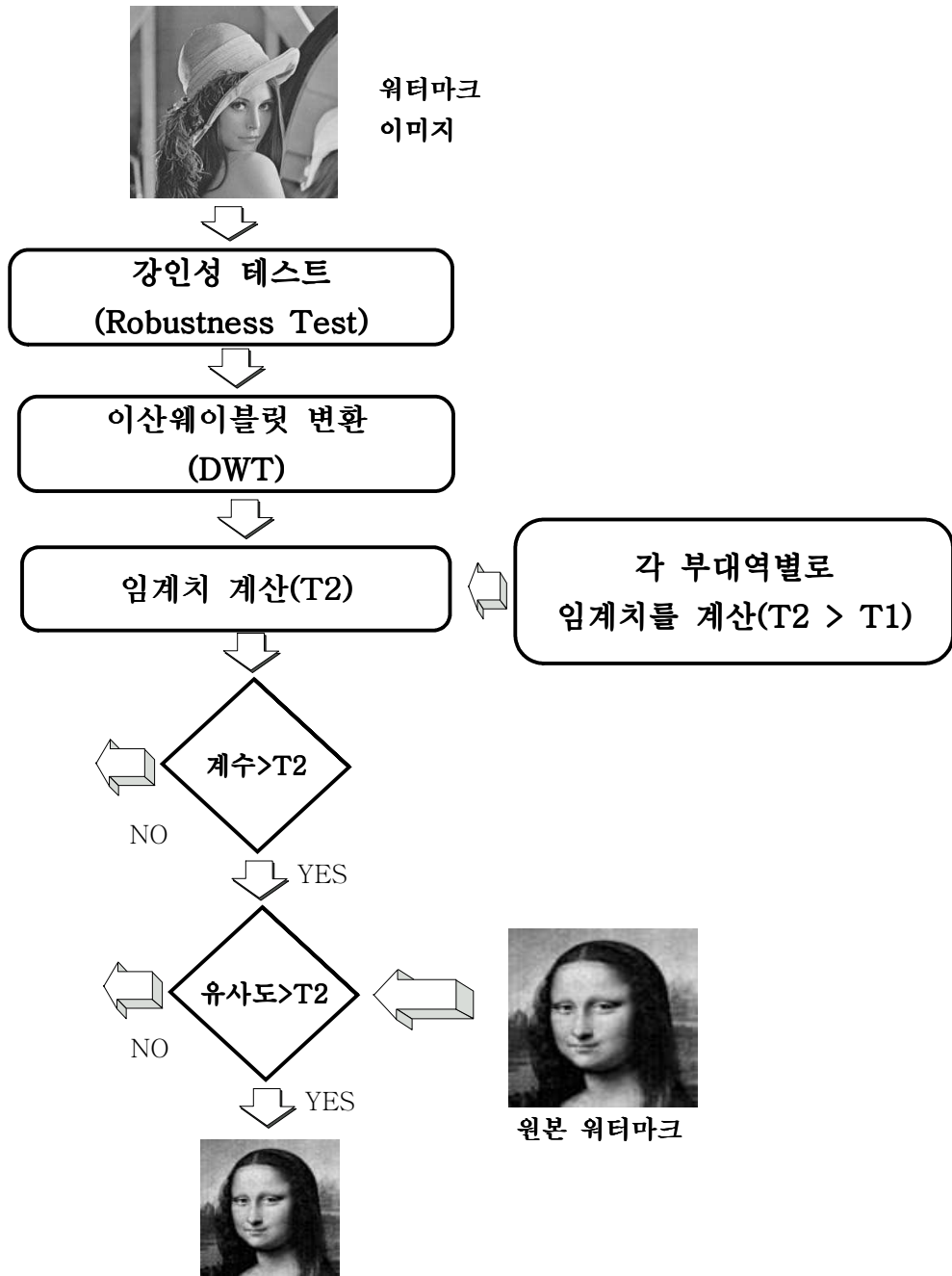


그림 13. 워터마크 추출 알고리즘
 Fig. 13. Algorithm for detecting watermark

3. 워터마크 인증

워터마크의 추출은 삽입 단계의 역추적 과정에 의하여 처리하고, 추출된 워터마크가 원소유자의 정보가 담긴 워터마크인지 아닌지, 통계학적 접근 방법을 이용하여 인증한다. 워터마크가 삽입된 이미지의 변형이나 삽입된 워터마크를 제거하기 위한 다양한 공격 형태, 즉 손실 압축, 필터링, 잡음 첨가, 크로핑, 리샘플링 등의 이미지 처리를 한 경우에 추출되는 워터마크를 인증할 필요가 있다. 그러므로 추출된 워터마크를 인증하기 위해 통계학적 접근 방법을 이용하여 추출된 워터마크의 유사도를 판단하는 상관 계수를 이용한다. Cox의 제안인 식 (14)의 유사도를 이용하여 식 (15)을 유도하였다.

식 (14)에서 W 는 원본의 워터마크이고, W^* 는 워터마킹된 이미지로부터 추출된 워터마크를 나타내며, S_{ww^*} 는 w 와 w^* 사이의 표준 상관관계 계수이다. w 가 w^* 와 동일하고, 표준으로 분산되면, 상관 계수는 1에 가깝다. 또 w 와 w^* 가 독립적이라도 S_{ww^*} 는 표준으로 분산된다. 따라서 임계값 T_s 를 증가하는 표준 분산으로 직접 계산할 수 있다. 임계값 T_s 는 워터마크 추출에 이용한다. 만일 S_{ww^*} 가 T_s 값보다 크면 워터마크가 추출되고, S_{ww^*} 가 T_s 값보다 같거나 작으면 추출되지 않은 것으로 인정되며, 이 때 워터마킹된 이미지로부터 추출된 워터마크 w^* 는 다양한 형태의 공격이나 각종 이미지 처리, 전송 오류 등에 의해 변형되었으리라 추측될 것이다.

$$S(w, w^*) = \frac{w \cdot w^*}{\sqrt{w^* \cdot w^*}} \text{-----} (14)$$

$$S(w, w^*) = \frac{w \cdot w^*}{\sqrt{w^* \cdot w^*}} / \frac{w \cdot w}{\sqrt{w \cdot w}} \times 100 \text{-----} (15)$$

식 (15)에서 상관 계수는 공분산을 각각의 표준편차로 나누어서 표준화한 것으로 -1 에서 1 까지의 값을 갖는다. w 와 w^* 의 상관관계가 강할수록 상관 계수의 절대값이 1 에 가깝고, w 와 w^* 의 관계가 약할수록 상관 계수의 절대값이 0 에 가깝다.

식 (14)의 경우는 워터마크의 종류나 수에 따라 변동 폭이 심하여, 이미지 내에 포함된 워터마크의 수가 많을수록 유사도의 값도 커지게 되며, 워터마크의 수가 적을수록 유사도도 작게 나타난다.

저주파 성분(LL) 영역에서 추출된 워터마크의 상관 계수가 1에 가까운 값이라면, 고주파 성분 $\{(2,2), (2,1), (3,2), (3,1)\}$ 영역에 삽입한 워터마크의 상관 계수는 비교할 필요가 없으며, 그대로 원본 소유자의 소유권을 인증할 수 있다. 그러나 저주파 성분 (LL) 영역에서 추출한 워터마크 상관 계수가 1 에 가까운 값이 아니면 고주파 성분 $\{(2,2), (2,1), (3,2), (3,1)\}$ 영역에서 추출한 워터마크의 상관 계수를 다시 구해주어야 하며, 근사치가 1이 되어야만 원본의 소유권을 인증할 수 있다. 결국은 저주파 성분과 고주파 성분 중 어느 한쪽 성분이 상관 계수가 근사치 1인 값을 나타내어야만 이미지의 소유권을 인증 받을 수 있다. 소유권에 대한 인증 절차는 그림 14에서 볼 수 있다.

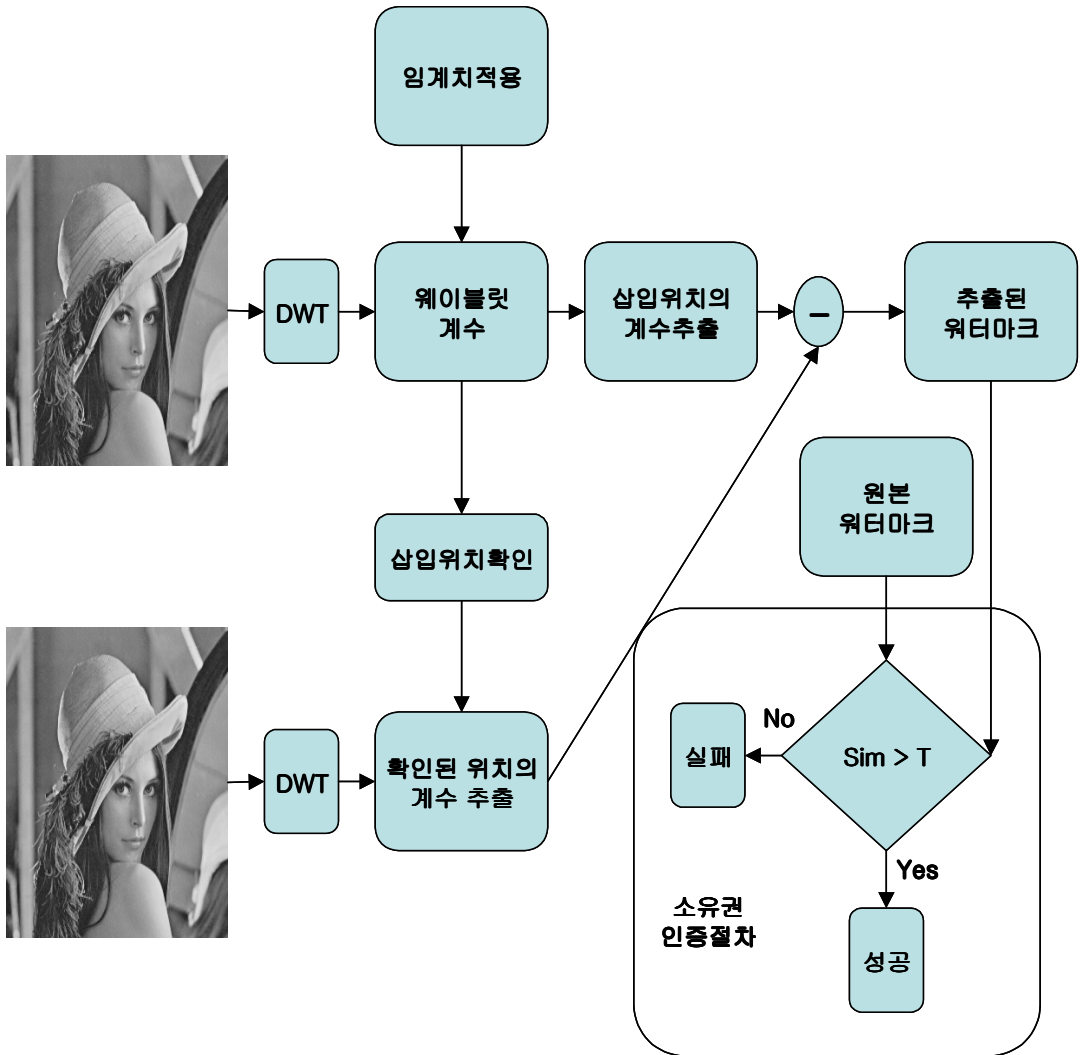


그림 14. 워터마크 추출 및 소유권 인증구조

Fig. 14. Watermark detection and ownership authentication structure

V. 제안한 워터마킹 삽입·추출 알고리즘

A. 인간의 시각특성 (HVS)에 부합하는 계수 선택

인간 중심의 시각 시스템 관점에서 주파수 기반의 워터마크인 이산 코사인 변환과 이산 웨이블릿 변환보다 더욱 개선된 투명성과 견고성을 제공하기 위하여 이산 웨이블릿 변환에 이미지-적응 워터마크 알고리즘을 적용을 워터마크의 삽입, 추출, 인증함으로써 본 연구에서는 IA-DWT 알고리즘을 Logo 방식과 Key 방식을 병행하여 저작권을 보호와 인증을 증명하고자 한다[33,39].

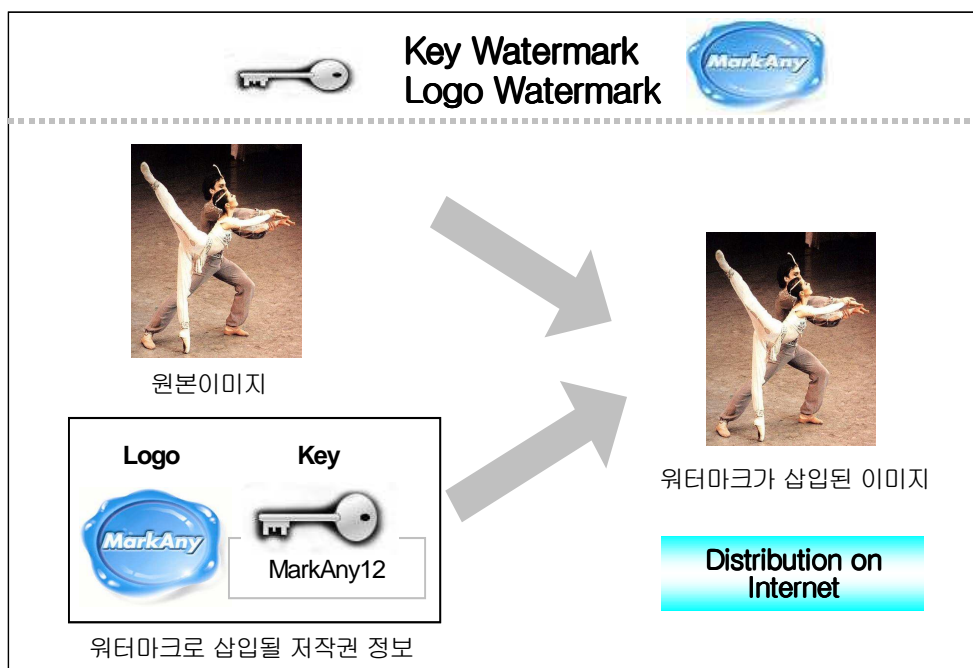


그림 15. 워터마킹 시스템 구조

Fig. 15. Watermarking system structure

정지영상이나 동영상 데이터의 키 프레임에 삽입된 워터마크가 시각적으로 보이지 않으면서 보다 강한 워터마크를 삽입하기 위해서는 워터마크 삽입 시 사용되는 워터마크의 강도가 인간 시각에 미치는 영향을 고려해 보아야 한다. Lewis와 Knowles 는 인간 시각의 특성에 따라 계수의 양자화 단계를 적응 적으로 변경시켜 압축에 활용하였는데 다음과 같은 가설을 이용하였다[15].

- 인간의 시각은 고주파대역과 대각선 방향의 노이즈에 덜 민감하다.
- 인간의 시각은 고주파가 집중되어 있는 텍스처 영역에서의 노이즈에 덜 민감하다.

위와 같은 가설을 바탕으로 워터마크가 인간 시각에 덜 민감한 영역에 더 큰 가중치를 가지고 삽입됨으로써 인간시각으로 감지되지 않으며 보다 강한 워터마크가 될 수 있다. 워터마크를 삽입할 때 이러한 가중치를 활용하기 위해서는 워터마크를 삽입하기 전에 각각 계수의 위치와 크기에 따라 미리 가중치를 구해 두어야 한다. 그렇게 하기 위해서 먼저 워터마크를 삽입할 정지영상이나 키 프레임을 웨이블릿 변환을 하고 각 레벨과 대역에서 평균값을 구한 후 크기가 작은 상위 레벨에서부터 하위레벨 순으로 평균값보다 큰 값을 중요 계수로 정의한다.

웨이블릿의 트리 구조 특성에 따라 상위 레벨에서 중요계수가 발견되었다면 하위 레벨에서도 중요 계수가 될 가능성이 높다[12,13,16]. 따라서 상위레벨에서 중요계수로 선택되었다면 하위 레벨의 자손들도 중요 계수로 판단하여 같은

가중치를 주게 된다. 하위 레벨에서도 동일한 방법으로 가중치를 부여하게 되므로 상위레벨에서 먼저 평균값보다 큰 중요계수로 판단되어 가중치를 부여받은 하위레벨의 계수가 하위레벨에서도 역시 중요계수로 판단되었다면 가중치는 두배가 된다. 하위레벨로 갈수록 가중치가 누적되어 큰 값의 가중치를 가지게 된다. 이것은 고주파 대역에서의 손상에 덜 민감하다는 인간의 시각 특성을 이용한 것이다. 또한 인간 시각의 특성이 대각선 방향의 노이즈에 덜 민감하다는 것을 이용해서 HH 대역에는 가로, 세로 대역인 HL 대역과 LH 대역보다 1.5 배 더 큰 가중치를 주었다.



그림 16. HVS 특징을 활용한 가중치 맵

Fig. 16. Average map to apply a HSV feature

고주파가 밀집되어 있는 텍스처 영역의 특징은 고주파 성분이 가로, 세로, 대각선 방향으로 모두 집중되어 분포한다. 일반적인 에지 영역의 경우 고주파 성분이 집중되어 분포하지 않고 수평 또는 수직, 대각선 방향으로 어느 한 곳에만 방향성을 가지고 나타나게 된다. 이런 텍스처 영역에서는 웨이블릿 계수의 값들이 HL, LH, HH의 3가지 대역에 걸쳐 큰 값으로 밀집되어 있기 때문에 수평, 수직, 대각선 방향의 각각의 계수가 모두 중요 계수로 선택된 경우 텍스처 영역으로 판단하고 각각의 계수에 더 큰 가중치를 부여한다. 그림 16은 영상을 이러한 방법으로 부여한 가중치를 나타낸 그림이며 검은색일수록 큰 가중치를 나타낸다.

B. 제안한 워터마크 삽입과정

제안한 워터마크 삽입과정은 입력된 영상의 내용에 따라 적응 적인 워터마크를 삽입하는 방법이다. 그림 17은 제안한 워터마크 삽입방법을 나타낸 것으로 웨이블릿 변환을 통해 원 영상을 주파수 계수 값으로 바꾸고 양자화기의 특성을 결정하는 Δ 값을 이용해서 계수값을 양자화하고 이에 따라 발생하는 양자화 에러 부분에 워터마크를 삽입하고 삽입한 후의 값이 양자화 단계값을 넘어 가지 않도록 하여 영상의 내용에 따른 적응 적인 워터마크가 되도록 하였으며 인간의 시각 특성에 잘 부합하여 워터마크 삽입 후 영상의 손상을 최대한 줄이도록 하였다

1. 단계 1 : 워터마크 생성

키를 사용해서 PN-Sequence를 생성하고 삽입하려는 데이터를 Scramble해서 워터마크를 $w(x,y)$ 생성한다. 생성된 워터마크 $w(x,y)$ 를 하나의 정방형 블록으로 만든 후 영상 전체에 삽입될 수 있도록 반복하여 워터마크를 삽입하려는 원

영상 크기의 $W(x,y)$ 를 만든다.

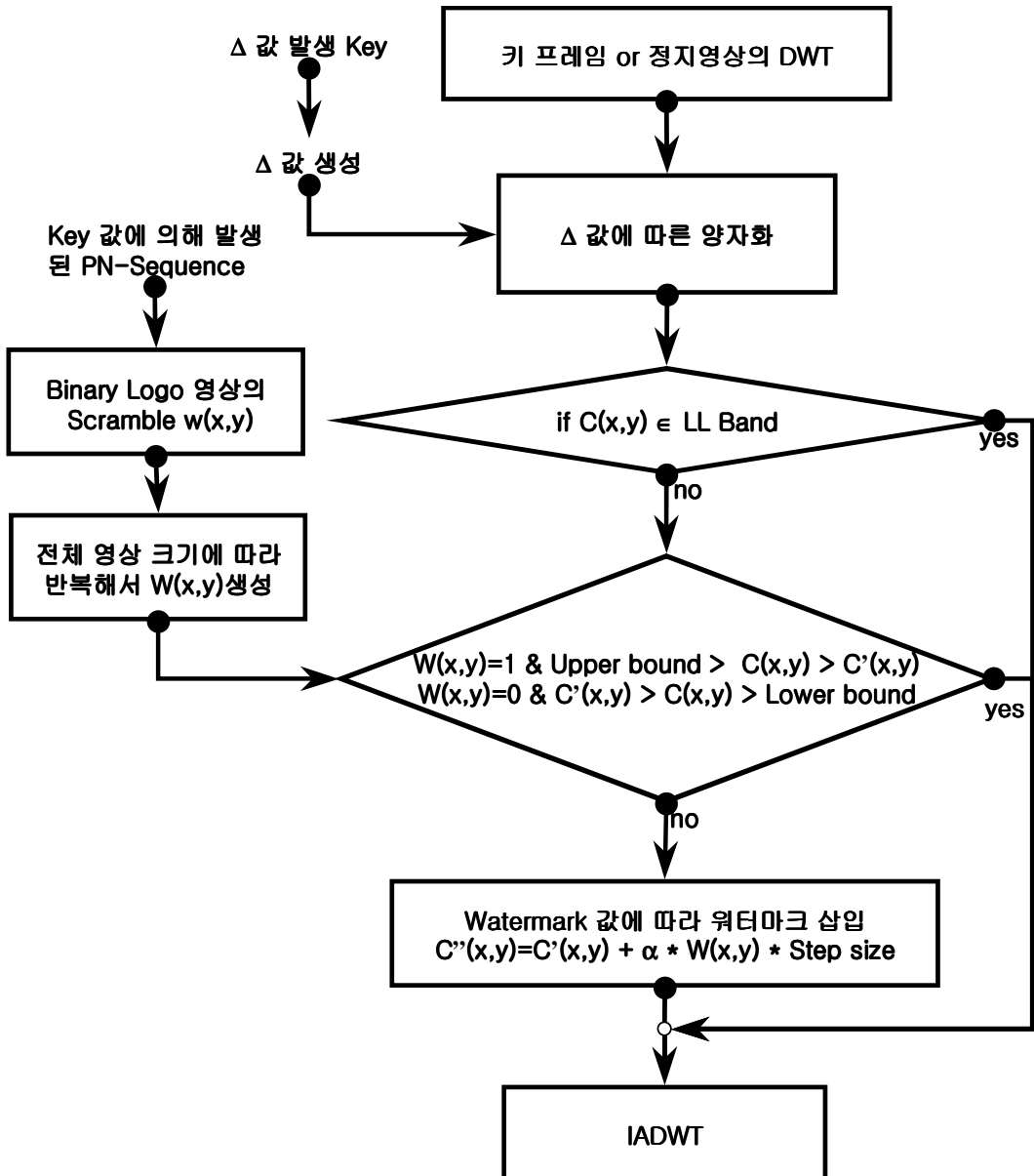


그림 17. 워터마크 삽입 과정

Fig. 17. process of inserting watermark

2. 단계 2 : 양자화

입력 영상을 웨이블릿 변환한다. 변환 후 Δ 값을 이용해서 각각의 계수 값을 양자화 한다. Δ 값이 큰 값일수록 워터마크의 강도를 크게 하지만 화질의 열화는 심해진다.

또한 모든 계수에 대해서 비균등 양자화를 할 경우 값이 큰 계수에서 화질의 열화가 심해지는 큰 양자화 에러가 생긴다. 또한 하나의 Δ 값을 이용해서 워터마크를 삽입한 경우 사용한 Δ 값으로 모든 웨이블릿 계수를 다시 양자화 하게 되면 삽입된 워터마크가 모두 손상되게 된다. 본 논문에서는 임의의 Δ 값으로 다시 양자화 하는 공격에 대응하기 위해 앞서 단계 1에서 사용한 키와는 다른 키를 사용해서 Δ 값을 난수로 발생시켜 사용한다. 또한 비균등 양자화기에 의해 야기되는 화질의 열화를 줄이기 위해 일정한 값 이상에서는 양자화기의 양자화 단계를 고정해서 그림 18에서와 같이 균등양자화기가 되도록 하였다. 균등양자화기를 적용하는 시점(T)을 작은 값으로 할수록 화질의 열화는 적어지지만 워터마크의 강인성은 낮아진다. 그러므로 Δ 값과 균등양자화기를 적용하는 시점(T)은 화질의 열화와 워터마크의 강도를 고려해서 선택하였다. 이러한 양자화과정을 정리해 보면 표 3과 같다.

표 3. 양자화 과정

Table 3. Quantization process

S : 양자화 단계 크기

U : 양자화 단계의 상한값

L : 양자화 단계의 하한값

$C(x, y) < \mathcal{T}$ 일 때 \rightarrow 비균등 양자화

$$S = \Delta \times 2^n$$

$$U = \Delta \times 2^{n+1}$$

$$L = \Delta \times 2^n$$

$$n = 0, 1, 2, \dots$$

$C(x, y) > \mathcal{T}$ 일 때 \rightarrow 균등 양자화

$$n' = \lceil \log_2 \frac{\mathcal{T}}{\Delta} \rceil$$

$$S = \Delta \times 2^{n'}$$

$$U = L + S$$

$$L = \Delta \times 2^{n'} + m \times S$$

$$n, m = 0, 1, 2, \dots$$

$U > C(x, y) > L$ 이면

$$C'(x, y) = (U + L) / 2$$

$C(x, y)$: 원 영상의 웨이블릿 계수값

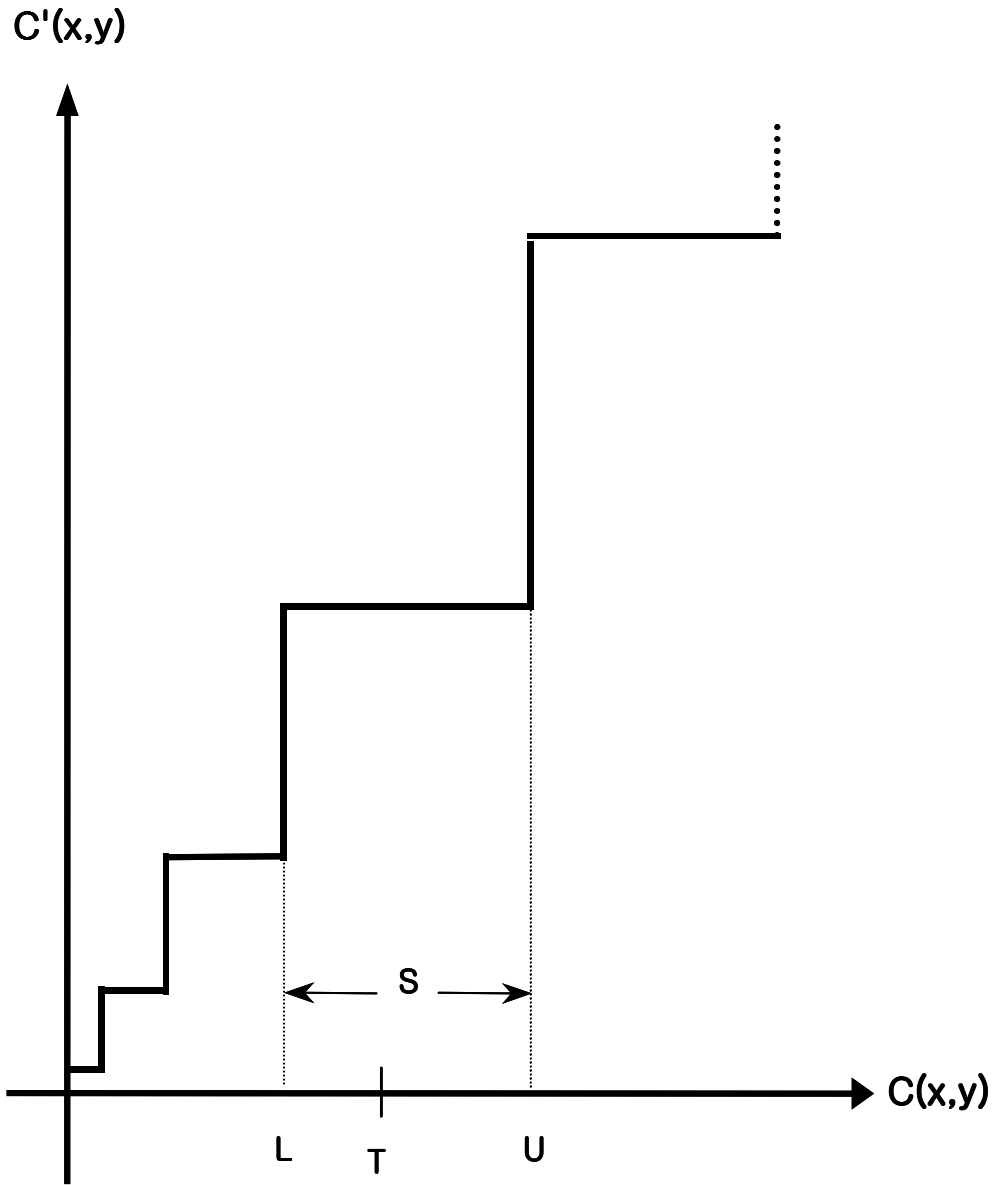


그림 18. 제안한 방법의 양자화기

Fig. 18. Quantizer of the proposed method

3. 단계 3 : 워터마크 삽입

워터마크를 삽입했을 때 현재 양자화 단계의 하한값보다 작아지지 않고 양자화 단계의 상한값 보다 커지지 않도록 하기 위해 현재 양자화 단계의 크기를 고려해서 워터마크를 삽입한다. 워터마크 삽입후의 계수 값이 현재 임계값과 상위 임계값의 범위를 벗어나지 않으므로 비슷한 방식의 웨이블릿 기반의 압축 알고리즘인 EZW와 SPIHT 등에도 쉽게 적용 할 수 있으며 압축 후에도 워터마크가 손상되지 않는 장점이 있다. 또한 워터마크를 삽입 할 때는 미리 계산 하여둔 계수값에 따른 가중치를 이용해서 인간의 시각 특성에 잘 부합하는 워터마크를 삽입한다.

화질의 열화를 최소화하기 위해 원 영상 웨이블릿 계수값의 위치와 삽입하려는 워터마크 값에 따라 워터마크를 삽입하지 않았다. 그림 19와 표 4은 제안한 워터마크 삽입 방법을 나타낸 것이다. 또한 LL 대역의 계수값까지 양자화를 하고 워터마크를 삽입하면 영상이 심하게 왜곡되는데 이는 LL 대역이 영상의 대부분의 에너지가 모여있는 저주파 대역이기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 LL 대역의 계수에는 워터마크를 삽입하지 않았다.

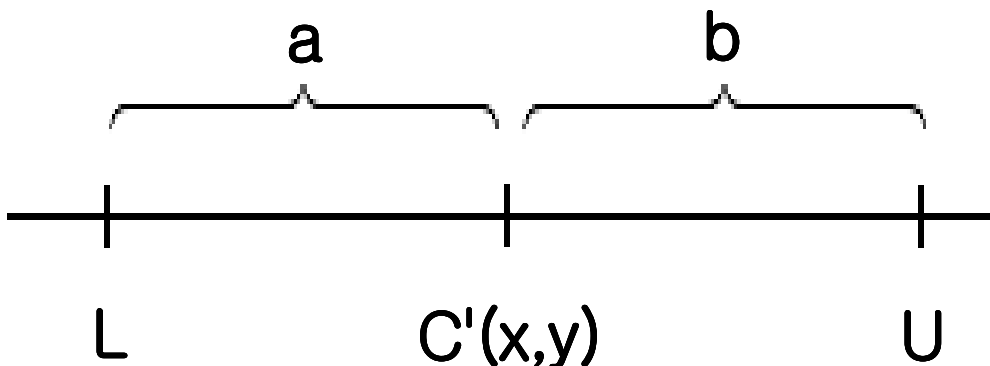


그림 19. 양자화기의 양자화 단계
Fig. 19. Quantization Step of Quantizer

표 4. 워터마크 삽입방법

Table 4. Process of inserting watermark

$W(x, y)$	$C(x, y)$	$C''(x, y)$
1	$C(x, y) \in a$	$C'(x, y) + \alpha \times \frac{S}{2}$
0	$C(x, y) \in a$	$C(x, y)$
1	$C(x, y) \in b$	
0	$C(x, y) \in b$	$C'(x, y) - \alpha \times \frac{S}{2}$

표 3에서 $C''(x, y)$ 는 워터마크가 삽입된 계수 값이고 a 는 워터마크 삽입시 가중치로 HVS 특성에 따라 미리 계산하여 둔 가중치이며 $0 < \alpha < 1$ 이다. 마지막으로 워터마크가 삽입된 웨이블릿 계수들을 다시 웨이블릿 역 변환을 통하여 워터마크가 삽입된 영상을 얻을 수 있다.

C. 제안한 워터마크 추출과정

그림 20은 워터마크의 추출과정을 나타내고 있으며 삽입과정과 같은 방법으로 워터마크가 삽입된 영상을 웨이블릿 분해를 하고 워터마크 삽입 과정에서 사용한 Δ 값을 이용해서 웨이블릿 계수값을 비교해서 워터마크를 추출해 낸다. 여러 가지 공격에 의해 웨이블릿 계수값이 변하게 되는데 특히 작은 값의 계수들은 간단한 영상처리에도 쉽게 그 값이 변한다. 이에 반해 큰 값의 계수들은 쉽게 값이 변하지 않기 때문에 큰 값의 계수에서 값이 변하지 않기 때문에 큰 값의 계수에서 추

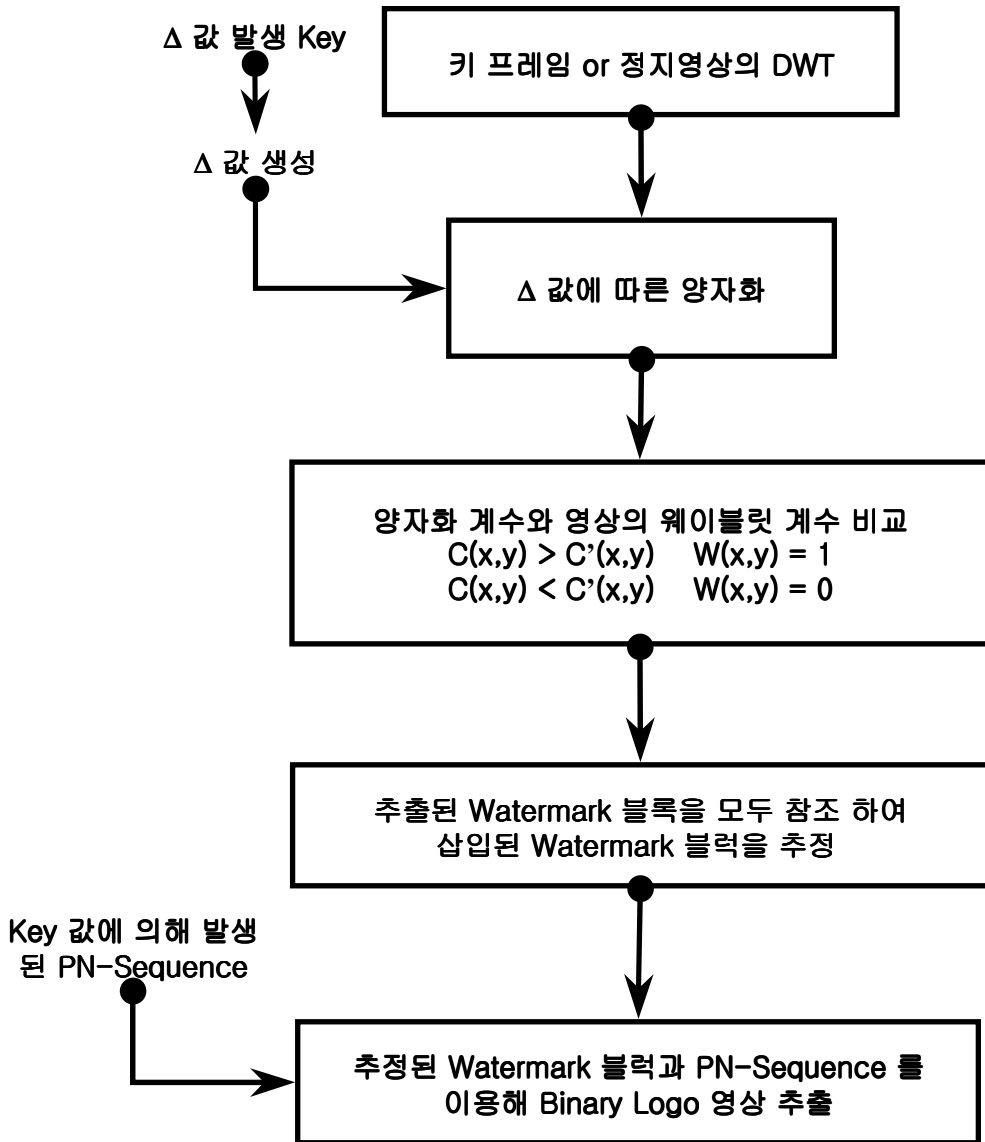


그림 20. 워터마크 추출 구조

Fig. 20. Watermark detection structure

출한 워터마크 값에는 큰 가중치를 주어 워터마크를 추출하게 된다. 영상 전체에 반복되어 워터마크가 삽입되어 있으므로 반복된 모든 워터마크를 통해 통계적인 방법으로 추출한다. 워터마크를 생성할 때 사용한 키를 입력해서 PN-Sequence를 다시 생성한다. 생성된 PN-Sequence를 이용해서 추출된 워터마크 값에서 Unscramble을 통해 삽입한 데이터를 읽어 낸다. 그렇기 때문에 워터마크 삽입시 사용한 키와 Δ 값을 생성할 때 사용한 키를 사용해야만 영상에 삽입한 데이터를 추출해 낼 수 있다.

VI. 실험 및 고찰

본 논문에서 멀티미디어 콘텐츠인 동영상 데이터의 저작권 보호를 위해서 워터마크 삽입 및 추출하는 방법을 구현함에 있어서 시스템의 사양은 펜티엄-III 800MHz 이상의 CPU와 256MB의 메인 메모리가 내장된 컴퓨터를 사용하였고, 운영체제로는 Windows 98, 2000, XP, 컴파일 언어로는 Visual C++ 6.0를 이용하였다.

실험 동영상 데이터는 광고, 영화, 드라마 동영상이다.



그림 21. 동영상데이터 키 프레임 추출화면

Fig. 21. Key frame detection screen of video data

동영상 데이터는 여러 개의 정지영상들이 프레임으로 구성되어 있다. 그러므로 모든 프레임에 워터마크를 삽입은 많은 시간이 소요된다.

본 연구에서 동영상 데이터의 키 프레임을 검출하여 워터마크 삽입함으로써 시간을 줄임과 동시에 저작권을 증명할 수 있다. 그림 21은 워터마크 삽입하기 전에 동영상 데이터의 키 프레임 검색 알고리즘을 이용하여 키 프레임을 추출 하였다.



그림 22. 추출된 키 프레임
Fig. 22. Detected key frame

그림 22과 같이 동영상 데이터에서 추출된 프레임들은 워터마크 삽입을 원하는 키 프레임에 삽입할 수 있도록 하였다. 그림 22에서 삽입할 프레임을 마우스 선택 하면 그림 23과 같이 화면에 출력한다.

워터마크를 삽입하기 위해 입력된 키1은 PN-Sequence를 생성하고 워터마크 영상을 Scramble해서 선택한 키 프레임에 삽입할 워터마크를 생성한다. 또한 선택한 키 프레임 전체에 삽입될 수 있도록 반복하여 워터마크를 생성한 후 저장한다.

선택한 프레임을 웨이블릿 변환 후 키2를 사용해서 난수로 발생한 Δ 값으로 화질의 열화를 최소화와 워터마크 강도를 고려하여 양자화를 한다.

A. 로고형식의 데이터를 워터마크로 삽입한 경우

본 논문에서 동영상 데이터의 키 프레임 추출 알고리즘으로 검색된 프레임에 삽입한 데이터는 128x32 크기의 이진 로고영상으로 4096 비트에 해당한다. 워터마크 블록은 64x64 블록으로 LL 대역을 제외한 전체 대역에 반복 삽입하였다.



그림 23. 워터마크 삽입 전
Fig. 23. Before insertion of watermark

그림 23과 같이 선택한 키 프레임과 입력한 키1, 키2 그리고 삽입 로고 영상을 입력이 되면 양자화 과정의 1단계로 키1의 PN-Sequence를 생성하고 로고 영상을 Scramble해서 워터마크를 생성한다. 생성된 워터마크는 키 프레임의 전체에 삽입될 수 있도록 하나의 정방형 블록으로 만든 후 키 프레임의 크기와 동일하게 반복하여 삽입할 워터마크를 생성한다. 그리고 2단계는 선택한 키 프레임을 웨이블릿

변환 후 키2을 사용해서 결정된 Δ 값으로 웨이블릿 계수들을 양자화 한다.

현재 양자화 단계의 하한값보다 작아지지 않고 양자화 단계의 상한값 보다 커지지 않도록 하기 위해 현재 양자화 단계의 크기를 고려해서 워터마크를 삽입한다. 워터마크 삽입후의 계수 값이 현재 임계값과 상위 임계값의 범위를 벗어나지 않으므로 비슷한 방식의 웨이블릿 기반의 압축 알고리즘에도 쉽게 적용 할 수 있으며 압축 후에도 워터마크가 손상되지 않는 장점이 있다. 또한 워터마크를 삽입 할 때는 미리 계산 하여둔 계수값에 따른 가중치를 이용해서 인간의 시각 특성에 잘 부합하는 워터마크를 삽입한다.



그림 24. 워터마크 삽입 후
Fig. 24. After insertion of watermark

삽입할 로고는 그림 25와 같다.

조선대학교

그림 25. 삽입 로고
Fig. 25. Insert logo

키 프레임 검색 알고리즘으로 추출된 프레임은 그림 26이며, 로고 워터마크를 삽입한 키 프레임은 그림 27과 같다.



그림 26. 키 프레임
Fig. 26. Key frame



그림 27. 워터마크가 삽입된
프레임
Fig. 27. Key frame with
inserted watermark

워터마크가 삽입된 프레임은 화질의 열화를 최소화하고 인간의 시각으로 감지되지 않으며 보다 강한 워터마크가 되도록 하였다. 즉 인간 시각에 덜 민감한 영역에 더 큰 가중치를 가지고 삽입 하였다.

동영상 데이터의 저작권을 주장과 소유권을 인증하기 위해서는 삽입과정과 같은 방법으로 워터마크된 프레임을 웨이블릿 분해하고 워터마크 삽입 과정에서 사용한 Δ 값을 이용해 웨이블릿 계수값을 비교하여 추출한다. Δ 값은 입력 키2에 의해서 생성된 값이다. 워터마크는 프레임 전체에 반복되어 삽입되어 있으므로 반복된 모든 워터마크를 통해 통계적인 방법으로 추출한다. 그리고 키1을 입력해서 PN-Sequence를 다시 생성하고, 생성된 PN-Sequence를 이용해 추출된 워터마크 값에서 Unscramble을 통해 삽입한 로고 영상을 읽어 낸다. 그러므로 워터마크 삽입 시 입력한 키1과 키2를 사용해야만 로고 영상을 추출해 낼 수 있다.

워터마크 로고를 삽입한 프레임에서 추출한 결과는 그림 27과 같다.



그림 28. 워터마크 추출
Fig. 28. Detection of watermark

멀티미디어 콘텐츠인 동영상 데이터에 워터마크를 삽입하는 기존의 기법들은 동영상의 장면 전환점을 검색하여 추출한 프레임에 워터마크를 삽입하였다. 이 방법은 멀티미디어 저작도구를 사용해 장면 전환점 부분만 제거할 수 있으며, 삽입한 워터마크를 추출하려면 장면 전환점으로 검색된 각각의 원본 프레임이 필요하다. 그러므로 동영상 데이터의 저작권 보호와 인증을 위해서는 장면 전환점인 프레임을 저장할 대용량의 도구가 있어야 되고, 워터마크를 추출하는데 많은 시간이 필요하다. 또한 동영상 데이터에 장면 전환점을 제거하여 저작권이 인증할 수 없게 되며, 동영상을 재생하여도 아무런 영향을 받지 않으면서 볼 수 있다. 그러나 본 연구에서 제안한 방법은 장면을 점진적 전환점까지 검색하여 워터마크를 삽입함으로써 장면 전환점이 제거되어도 저작권을 인증할 수 있으며, 원본 프레임 데이터가 필요 없기 때문에 저장할 도구는 없어도 삽입된 워터마크는 추출할 수 있다. 또한 워터마크를 추출하는데 기존의 방법보다 빠른 시간에 인증할 수 있다.

제안한 워터마크 방법을 기존에 연구된 영상 기법과 비교하기 위해서 영상에 실험을 하였다. 실험 영상은 Lena, Barbara, Goldhill을 이용하였다.

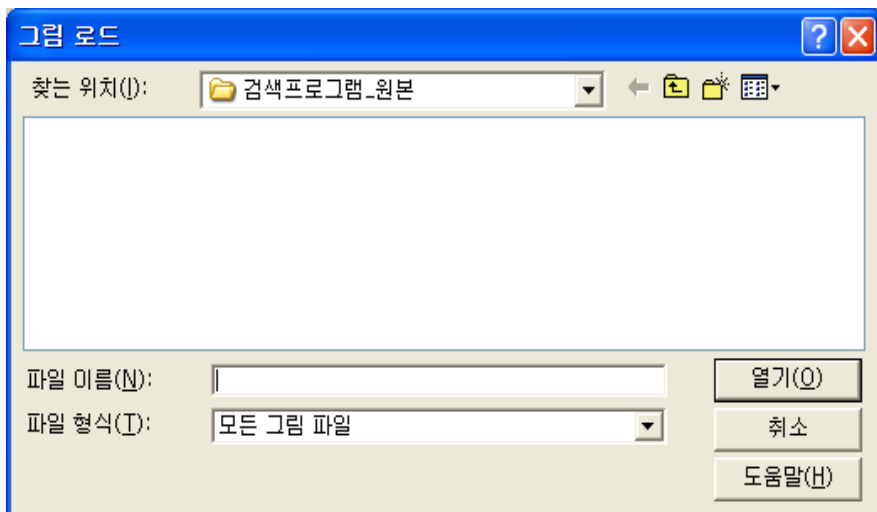


그림 29. 영상의 로딩 화면
 Fig. 29. Loading screen of image



그림 30. 영상에 삽입된 워터마크 화면
 Fig. 30. Watermark screen inserted in image

영상에 워터마크를 삽입하기 위해 원영상 버튼 클릭하면 모든 영상 파일을 그림 28과 같이 불러올 수 있다. 영상 Lena 파일을 로드하여 동영상 데이터의 프레임에 삽입하는 방법을 이용해 워터마크 삽입하는 화면이 그림 30과 같다.

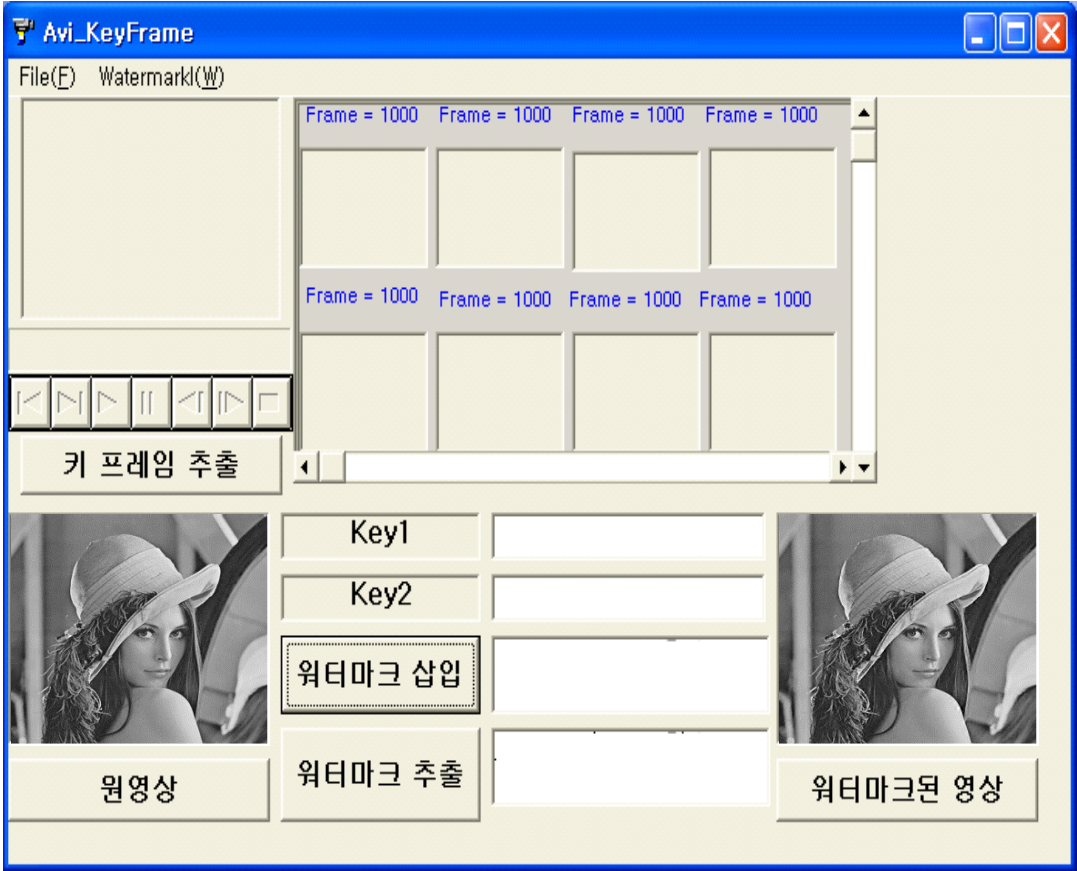


그림 31. 영상 워터마크 삽입

Fig. 31. insertion of watermark image

영상을 일반적인 영상처리인 압축과 노이즈 첨가 및 잘라내기 등의 변화를 주고 그 결과를 관찰 하였다. 그림 31은 원영상과 워터마크가 삽입된 영상이며, 그림 32, 그림 33는 워터마크가 삽입된 영상을 JPEG 압축한 후 삽입된 워터마크를 추출한 결과를, 그림 34와 그림 35는 워터마크가 삽입된 영상을 웨이블릿 분해를 기반으로 하는 압축 알고리즘인 SPIHT 기법으로 압축한 후 삽입된 워터마크를 추출한 결과를 나타내고 있다. 또한 그림 36와 그림 37는 각각 10% Gaussian 노이즈를 더한 것과 워터마크가 삽입된 전체 영상에서 93.75%를 잘라낸 영상에서 워터마크를 추출한 결과를 나타내고 있다.



조선대학교

그림 32. JPEG 압축(Q=80)
Fig. 32. JPEG compression(Q=80)



조선대학교

그림 33. JPEG 압축(Q=40)
Fig. 33. JPEG compression(Q=40)



조선대학교

그림 34. SPIHT압축(1.0bpp)

Fig. 34. SHIHT compression(1.0bpp)



조선대학교

그림 35. SPIHT압축(0.5bpp)

Fig. 35. SHIHT compression(0.5bpp)



그림 36. 노이즈 첨가(10%)
Fig. 36. Additive noise(10%)



그림 37. 잘라내기(93.75%)
Fig. 37. Cut off(93.75%)

실험 결과 JPEG 압축 40% 경우에서도 SPIHT 0.5bpp 에서도 삽입한 로고가 추출되었으며, Additive Gaussian Noise 첨가, 잘라내기 등을 하였을 때도 삽입한 로고가 잘 추출되었다. 특히 웨이블릿 압축을 기반으로 하는 SPIHT 압축에서 워터마크가 선명하게 추출되었다.

추출된 로고 영상과 삽입한 로고 영상간의 차이를 정규화된 상관 관계(NC)을 식 (16)으로 정의하여 JPEG압축과 SPIHT 압축, JPEG2000 압축시 워터마크의 성능을 세 가지 실험 영상을 이용해서 측정해 보았다.

$$NC = \frac{\sum_x \sum_y u(x, y) w'(x, y)}{\sum_x \sum_y [u(x, y)]^2} \quad (16)$$

그림 38, 그림 39, 그림 40에 서로 다른 세 가지 영상을 가지고 워터마크의 성능을 시험한 결과를 보였다. 결과를 보면 Barbara 영상에서의 결과가 보다 우수하게 측정되었는데 이것은 해당 영상이 가지는 고주파 성분이 다른 영상보다 많아서 보다 큰 값의 워터마크를 많이 삽입할 수 있었기 때문에 다른 영상보다 더 정확하게 로고영상을 추출 할 수 있었다.

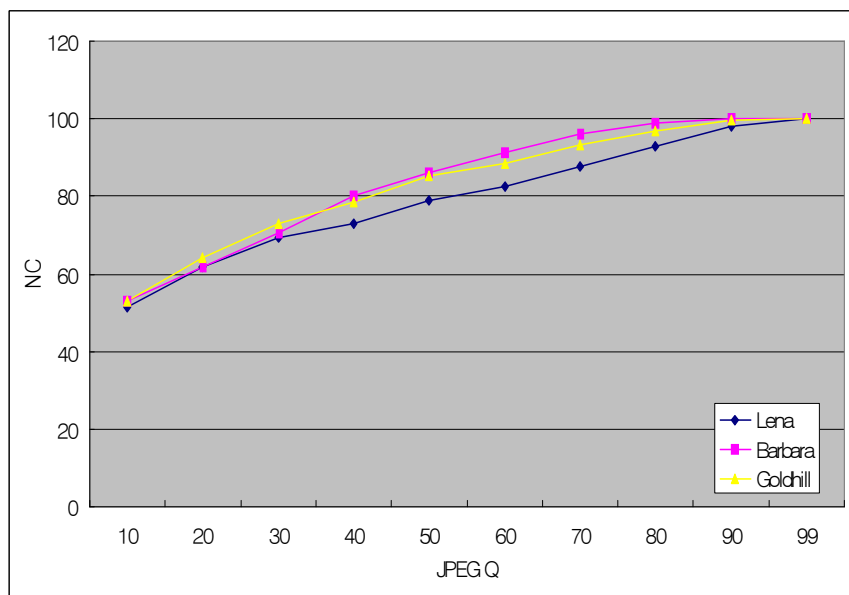


그림 38. JPEG Q 값에 따른 워터마크 성능
Fig. 38. Efficiency of watermark based on JPEG Q value

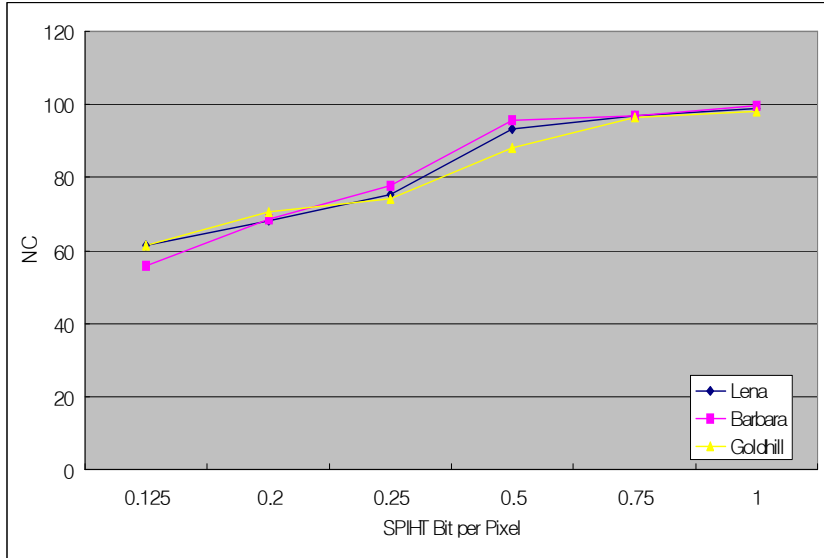


그림 39. SPIHT 압축에 따른 워터마크 성능
 Fig. 39. Efficiency of watermark based on SPIHT compaction

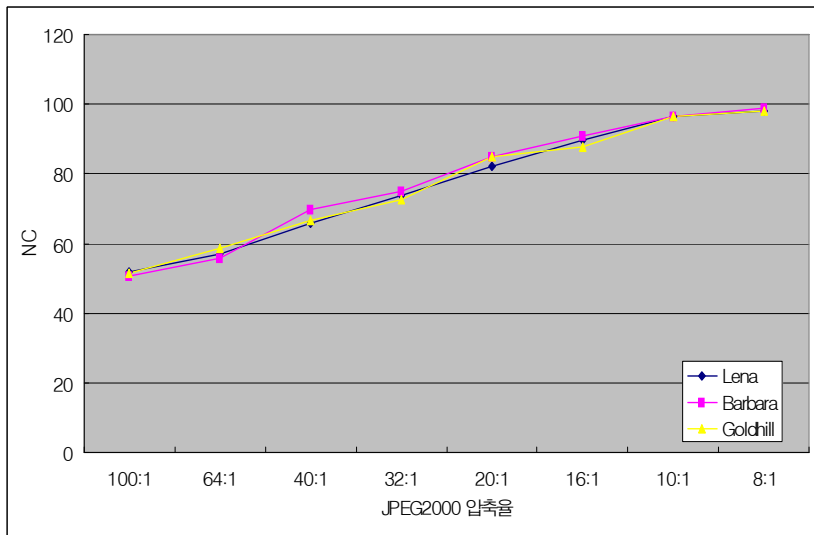


그림 40. JPEG2000 압축에 따른 워터마크 성능
 Fig. 40. Efficiency of watermark based on JPEG2000 compaction

멀티미디어 저작도구의 사용이 일반화 되면서 다양한 영상처리 방법이 널리 사용되고 있으므로 영상들을 그림 41, 그림 42, 그림 43, 그림 44와 동일한 상태로 영상 조작하여 본 연구에서 제안한 워터마크 방법으로 실험하였다.



그림 41. 색상 편집의 영상들
Fig. 41. Images of color edit



그림 42. 밝기와 contrast 편집의 영상들
Fig. 42. Images of value & contrast Edit



그림 43. 덧붙임과 회전 편집의 영상들

Fig. 43. Images of overwrite & rotation edit



그림 44. 해상도 편집의 영상들

Fig. 44. Images of display edit

영상에 워터마크를 삽입하고 그림 41는 영상의 색상을, 그림42은 영상의 밝기와 대비를, 그림 43은 영상을 회전이나 덧붙임을, 그림 44는 영상의 해상도와 크기를 조작하여 삽입한 로고를 추출한 결과 제안한 방법은 다양한 편집 및 공격에서도 워터마크를 검출할 수 있었다. 따라서 기존에 연구한 기법들은 워터마크를 추출하려면 원영상과 저장매체가 필요하고 삽입된 워터마크를 추출하는데 수행하는 시간이 본 연구에서 제안하는 방법보다 더 많이 소요된다는 단점이 있다. 그러므로 본 연구에서 제안한 방법은 기존에 연구된 방법보다 저작권 보호와 인증이 효율적임을 알 수 있었다.

B. Key를 워터마크로 삽입

동영상 데이터는 영상들이 여러 개의 프레임들로 서로 유사한 배경을 구성하고 있으며, 이미지들의 변형으로 연속성이 끊어지는 부분을 검색하여 키 프레임으로 저장한다. 동영상 데이터의 키 프레임으로 검색된 영상에 삽입한 데이터는 8자리의 문자열로 64 비트에 구성 하였다. 입력된 문자열은 제안한 워터마크 삽입과정에 의하여 워터마크 블록을 64x64로 생성하고, LL 대역을 제외한 전체 대역에 반복 삽입하였다.

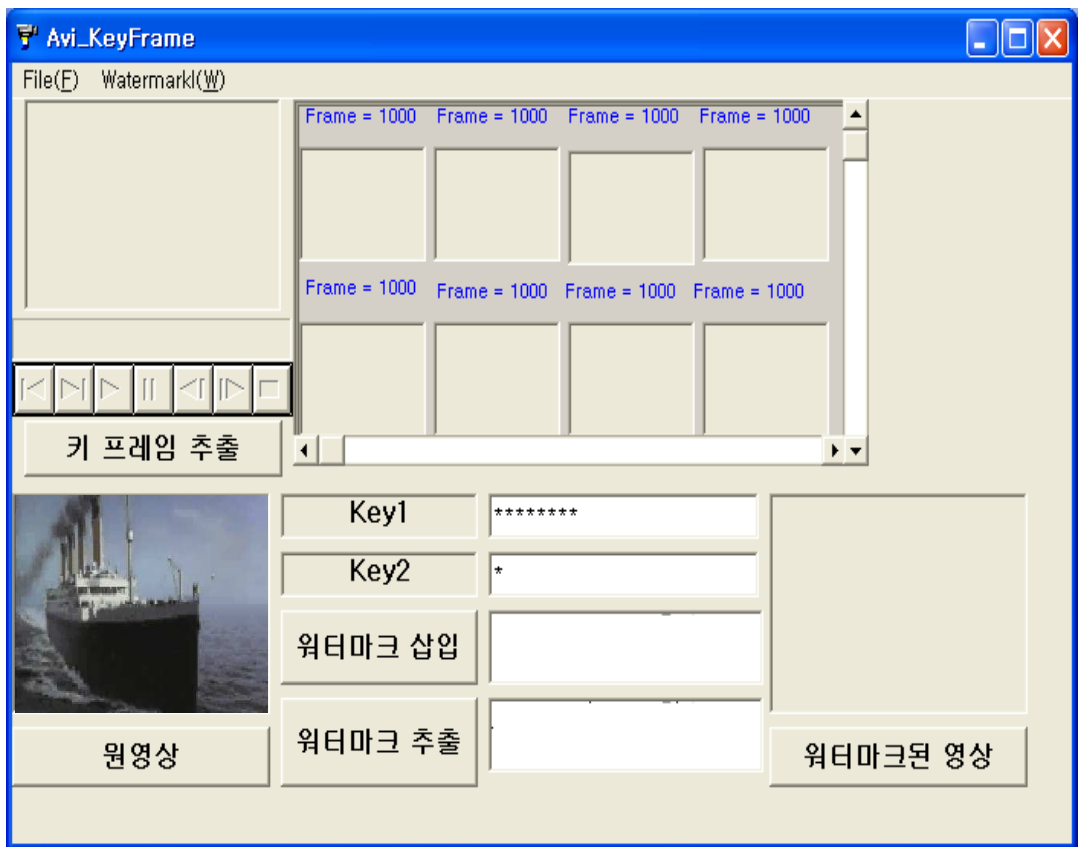


그림 45. 키 워터마크 화면
Fig. 45. Key watermark screen

실험에 사용한 동영상 데이터는 광고, 영화, 드라마 동영상으로 각각의 프레임에 부분 잘림, 크기 변화, 뒤틀림과 같이 영상처리한 후 저장하기 위해서는 많은 시간이 필요함으로서 그림 45와 같이 광고, 영화, 드라마의 동영상 데이터에서 임의로 하나의 프레임을 선택하여 영상으로 저장하였다. 저장된 영상에 제안한 워터마크 방법을 적용하기 위해 원영상 버튼을 클릭하여 로드한 후 워터마크로 삽입할 문자열 입력과 Δ 값 생성을 위한 다른 키를 입력한다. 입력된 문자열은 제안한 워터마크 삽입과정에 의하여 워터마크 블록을 64x64로 생성하고, LL 대역을 제외한 전체 대역에 반복 삽입한 화면 그림 46와 같다.

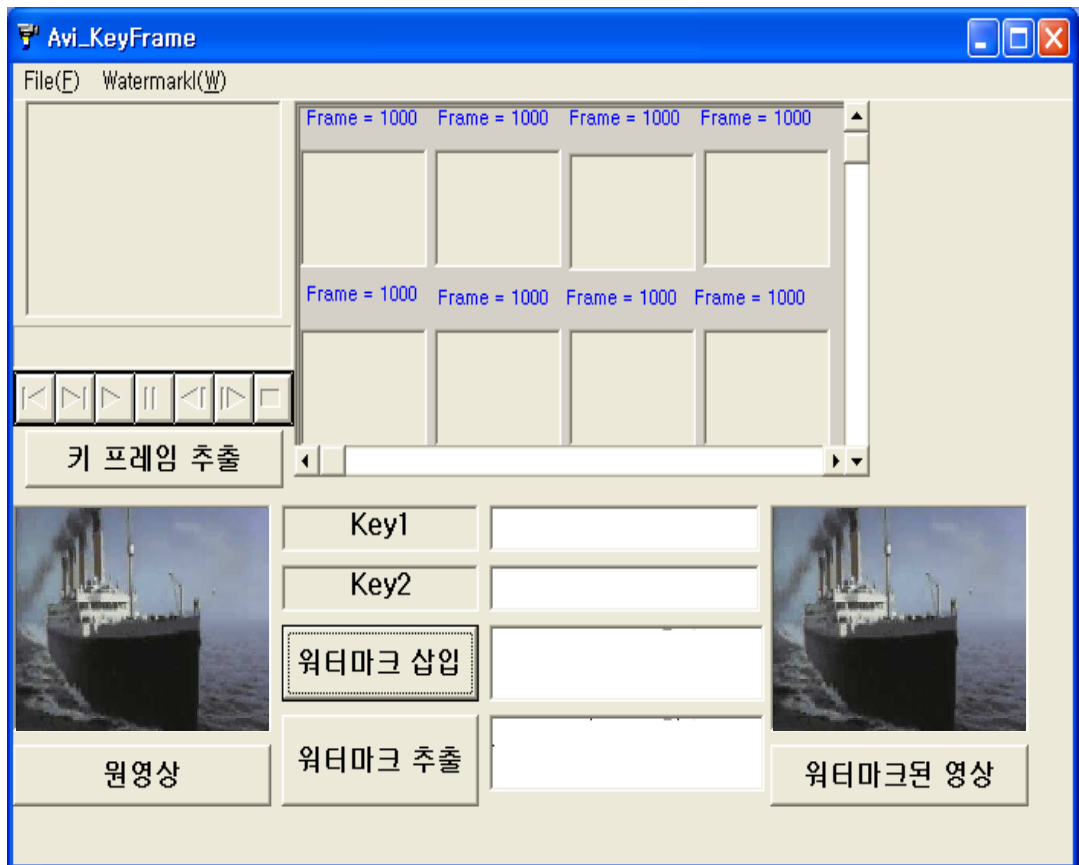


그림 46. 키 워터마크의 삽입

Fig. 46. Insertion of key watermark

워터마크로 삽입된 문자열을 추출하기 위해서는 그림 47과 같이 워터마크 삽입 과정에서 입력한 문자열을 입력하고 Δ 값 생성을 위한 다른 키를 입력한 후 워터마크 추출 여부를 판단하였다.

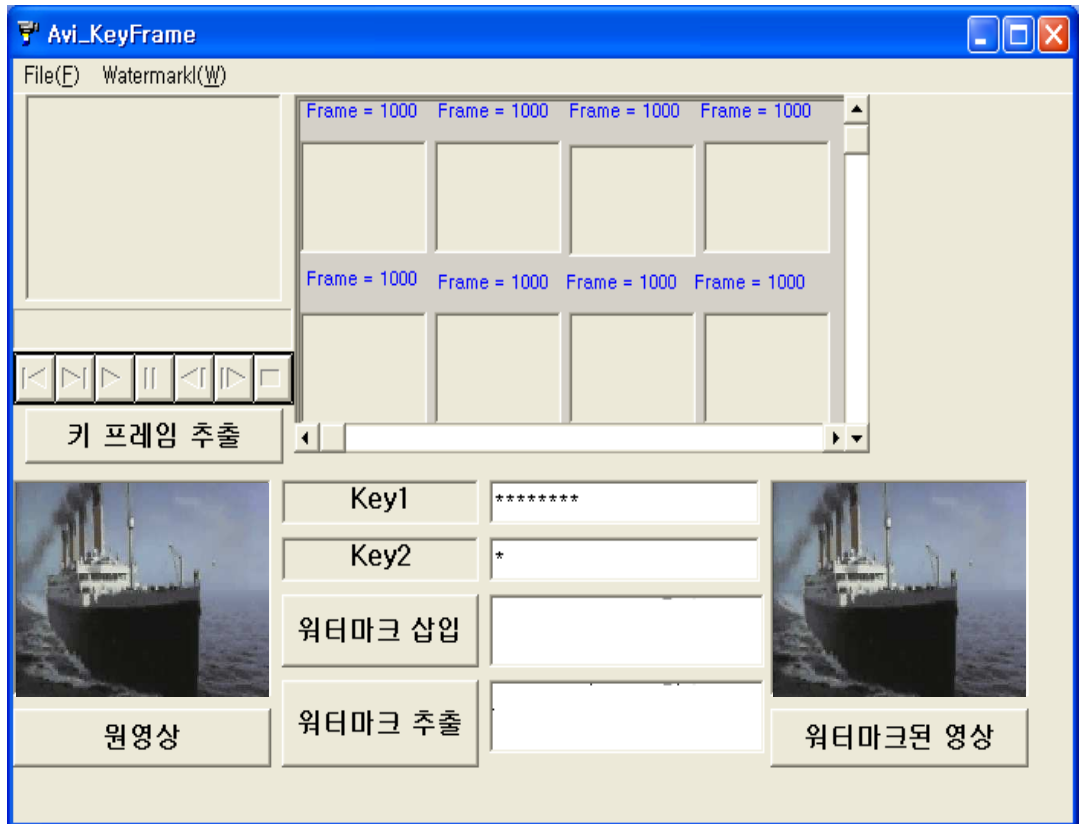


그림 47. 키 워터마크의 추출
Fig. 47. Detection of key watermark

워터마크 추출은 키1에 입력된 문자열 8개를 64x64로 워터마크 블록을 생성하고 워터마크 삽입된 영상을 웨이블릿 분해를 한다. 키2에 입력된 문자는 워터마크 삽입과정에서 입력된 문자로 키2에 의해 생성된 Δ 값을 이용해서 웨이블릿 계수값과 비교해서 추출한다. 워터마크는 영상 전체에 반복해서 삽입되어 있으므로 반복된

모든 워터마크를 통해 통계적인 방법으로 추출하고 문자열 8개에 의하여 생성된 워터마크 값에서 Unscramble을 통해 영상에 삽입된 데이터를 추출하였다.

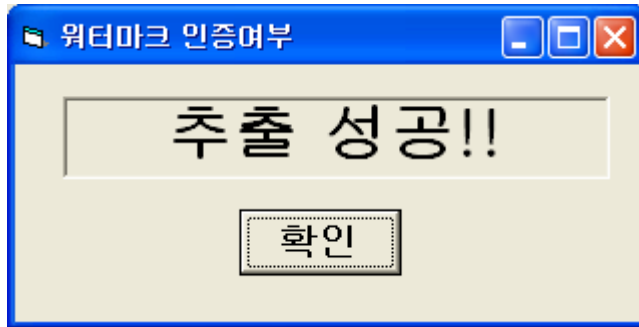


그림 48. 워터마크의 추출 성공
Fig. 48. Success of watermark detection

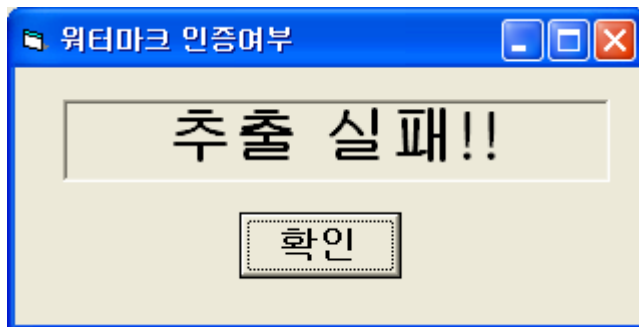


그림 49. 워터마크의 추출 실패
Fig. 49. Fail of watermark detection

영상에 삽입된 데이터를 추출하여 입력된 문자열과 일치하면 그림 48과 같은 화면을 나타냄으로서 저작권을 인증할 수 있고, 그림 49와 같은 화면이 나타나면, 워터마크로 삽입된 문자가 아니므로 다시 입력하여야 한다. 이것은 저작권 보호를 위해서 워터마크로 삽입한 문자는 저작권자만이 알 수 있으며, 다른 사용자가 워터마크로 삽입된 문자는 추출할 수 없도록 하였다.

동영상의 프레임 하나를 선택하여 이미지에 변화를 주고 본 논문에서 제안한 방법과 다른 워터마크 기법들을 비교하였다. 광고 동영상의 프레임에 표5와 같이 이미지를 처리하여 검출한 결과 제안방법과 IA-DWT 기법이 비슷한 결과를 보였지만 워터마크 검출을 위해서 원본 프레임이 있어야 추출할 수 있고 시간이 많이 걸린다. 또한 여러 개의 프레임에 워터마크를 삽입 한다면 대용량의 저장 매체가 필요하고 어떤 장소에서도 저작권 인증을 위해서 가지고 다녀야 된다. 그러나 제안한 방법은 원본 프레임이 필요 없고 워터마크 삽입시 입력한 문자열 8개만 알고 있으면 검출할 수 있고, 다른 워터마크 기법보다 적은 시간이 걸린다.

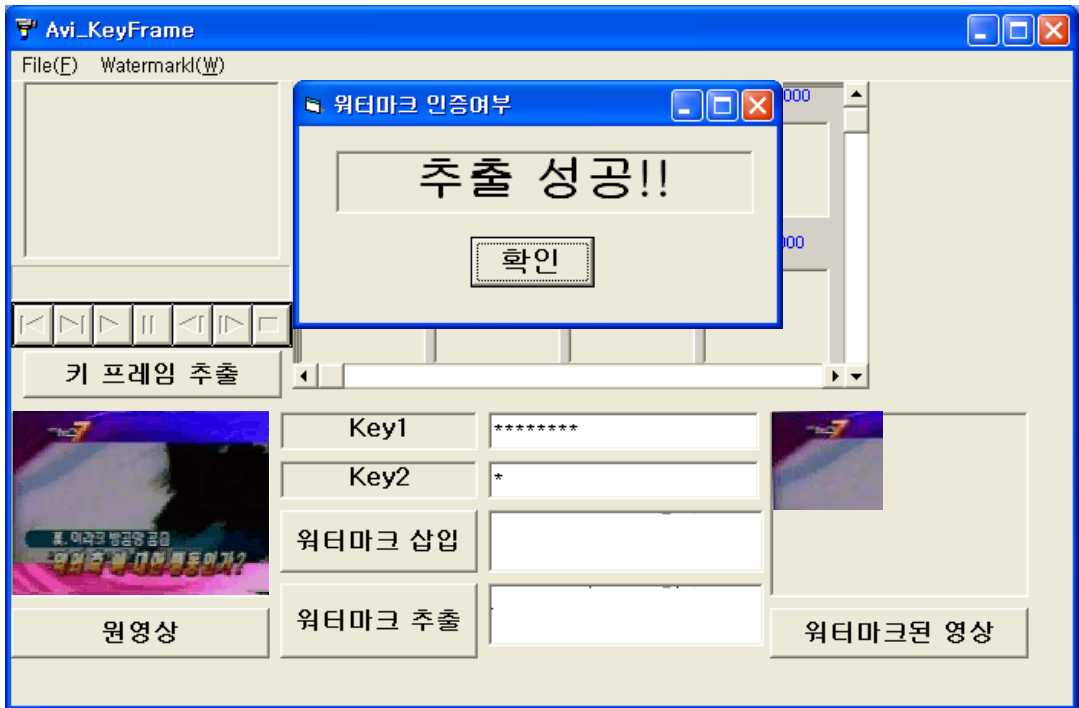


그림 50. 광고에서 키 워터마크의 추출 화면1

Fig. 50. Detection screen1 of Key watermark on advertisement video

워터마크가 삽입된 프레임에 표5, 표6, 표7과 같이 영상을 처리하여 키 워터마크로 삽입한 문자열의 추출결과 화면을 그림 50, 그림 51과 같으며, 프레임은 광고 동영상이다.

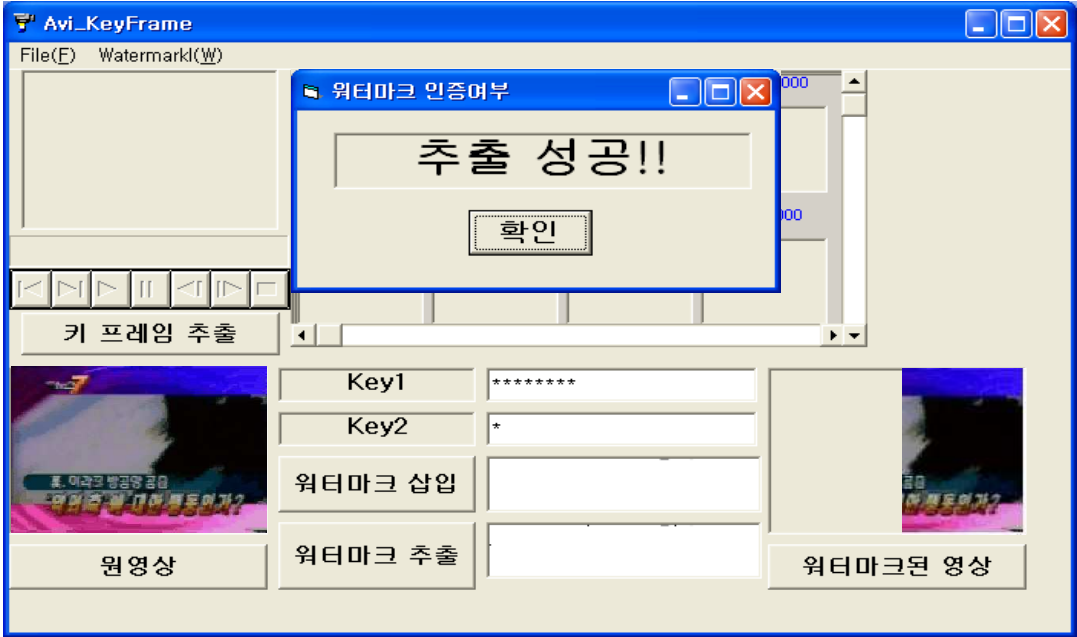


그림 51. 광고에서 키 워터마크의 추출 화면2

Fig. 51. Detection screen2 of Key watermark on advertisement video

표 5. 광고에서 워터마크 검출 결과

Table 5. The result of watermark detection in advertisement

광고	DWT	IA-DWT	제안방법
원영상	검출	검출	검출
부분잘림왼쪽상단	검출	검출	검출
부분잘림오른하단	검출	검출	검출
부분잘림 좌우	검출	검출	검출
부분잘림 상하	검출	검출	검출
부분잘림 중간	미검출	검출	검출
size 상하변화	검출	검출	검출
size 좌우변화	검출	검출	검출
뒤틀림 좌우	미검출	검출	검출
뒤틀림 상하	미검출	검출	검출
뒤틀림 복합	미검출	미검출	미검출

표 6. 영화에서 워터마크 검출 결과

Table 6. The result of watermark detection in movie

영화	DWT	IA-DWT	제안방법
원영상	검출	검출	검출
부분잘림왼쪽상단	검출	검출	검출
부분잘림오른하단	검출	검출	검출
부분잘림 좌우	검출	검출	검출
부분잘림 상하	검출	검출	검출
부분잘림 중간	미검출	미검출	검출
size 상하변화	검출	검출	검출
size 좌우변화	검출	검출	검출
뒤틀림 좌우	미검출	검출	검출
뒤틀림 상하	미검출	검출	검출
뒤틀림 복합	미검출	미검출	미검출

표 7. 드라마에서 워터마크 검출 결과

Table 7. The result of watermark detection in drama

드라마	DWT	IA-DWT	제안방법
원영상	검출	검출	검출
부분잘림왼쪽상단	검출	검출	검출
부분잘림오른하단	검출	검출	검출
부분잘림 좌우	검출	검출	검출
부분잘림 상하	검출	검출	검출
부분잘림 중간	미검출	미검출	미검출
size 상하변화	검출	검출	검출
size 좌우변화	검출	검출	검출
뒤틀림 좌우	미검출	검출	검출
뒤틀림 상하	미검출	검출	검출
뒤틀림 복합	미검출	미검출	미검출

그림 52, 그림 53과 같이 Lena, Barbara, Goldhill 영상에 키를 워터마크로 삽입하는 실험을 하였다. 영상은 512x512 크기의 8비트 그레이 영상을 3번 Octave Band 분해하여 사용하였다.

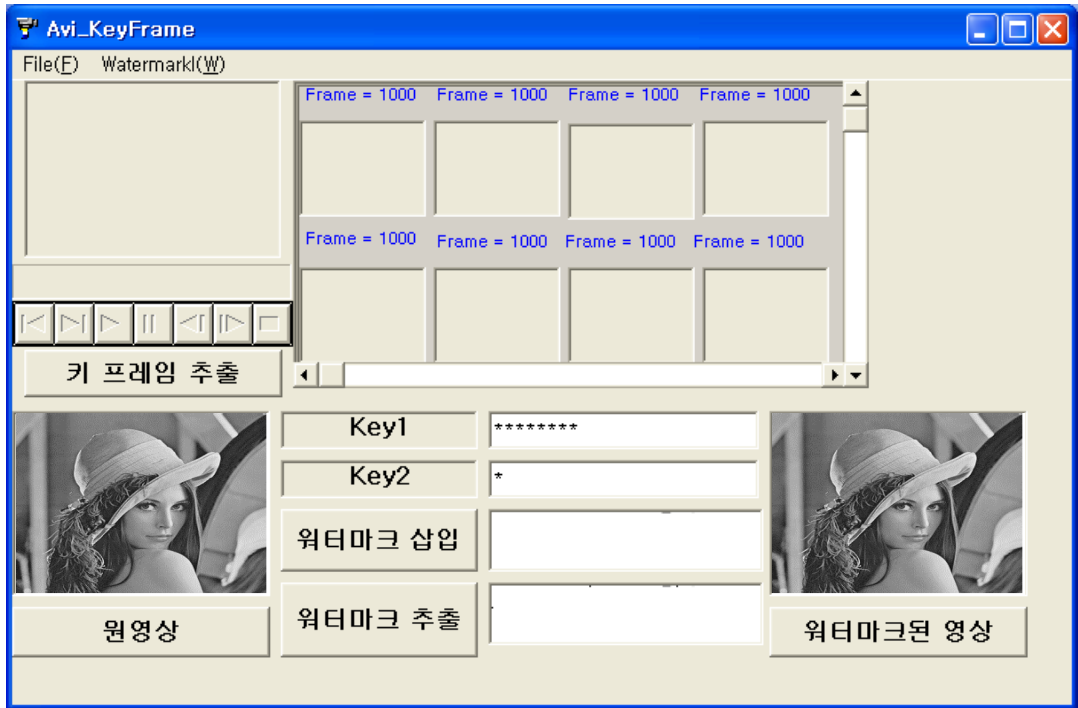


그림 52. 영상의 키 워터마크 삽입

Fig. 52. Insertion of key watermark to image

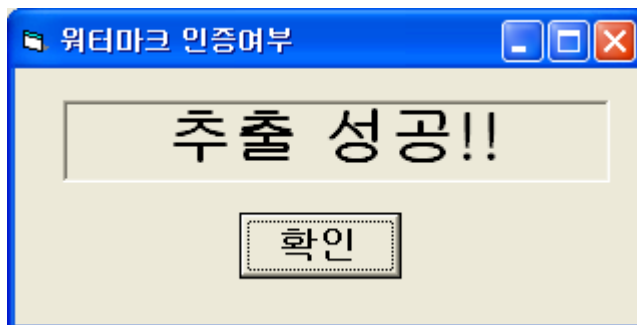


그림 53. 영상의 키 워터마크 추출

Fig. 53. Detection of key watermark to image

영상들은 워터마크를 삽입한 후 JPEG과 JPEG 2000, SPIHT 등의 압축 알고리즘으로 압축을 한 다음 워터마크 추출 여부에 대해 실험해 보았다. 표 8은 영상의 화질을 조작한 후 워터마크 추출 결과로 화질 변화가 심하면 검출하지 못했으며, 표 9은 웨이블릿 분해를 기반으로 하는 압축 기법을 사용한 후 추출 결과 나타나고 있다. 표 10는 JPEG 압축율에 따른 추출 결과 여부를 나타낸 것이다.

표 8. JPEG Q 값에 따른 워터마크 검출 결과

Table 8. The result of watermark detection in JPEG Q value

JPEG Q값	Lena	Barbara	Goldhill
99	검출	검출	검출
90	검출	검출	검출
80	검출	검출	검출
70	검출	검출	검출
60	검출	검출	검출
50	검출	검출	검출
40	검출	검출	검출
30	검출	검출	검출
20	미검출	미검출	미검출
10	미검출	미검출	미검출

표 9. SPIHT압축율(Bit Per Pixel)에 따른 워터마크 검출 결과

Table 9. The result of watermark detection in SPIHT compaction

SPIHT 압축율	Lena	Barbara	Goldhill
1.0	검출	검출	검출
0.75	검출	검출	검출
0.5	검출	검출	검출
0.25	검출	검출	검출
0.2	검출	검출	검출
0.15	미검출	미검출	미검출

표 10. JPEG 2000 압축율에 따른 워터마크 검출 결과

Table 10. The result of watermark detection in JPEG2000 compaction

JPEG2000 압축율	Lena	Barbara	Goldhill
8:1	검출	검출	검출
10:1	검출	검출	검출
16:1	검출	검출	검출
20:1	검출	검출	검출
32:1	검출	검출	검출
40:1	미검출	검출	미검출
64:1	미검출	미검출	미검출
80:1	미검출	미검출	미검출

컷 검색 알고리즘을 사용해 추출된 프레임에 삽입한 데이터는 8자리의 문자열로 64비트에 해당한다. 이 문자열은 워터마크 블록 64x64로 생성한 후 LL 대역을 제외한 전체 대역에 반복 삽입하였다. 결과를 보면 앞서 로고 형식의 데이터를 워터마크로 삽입한 경우와 마찬가지로 키를 사용해서 PN-Sequence를 생성하고 삽입하려는 문자열 블록 64x64를 Scramble해서 워터마크를 생성한다. 생성된 워터마크를 하나의 정방형 블록으로 만든 후 프레임 전체에 삽입될 수 있도록 반복하여 프레임 크기의 워터마크를 만들고 다른 키를 사용해서 Δ 값을 난수로 발생시켜 사용한다. 또한 비균등 양자화기에 의해 야기되는 화질의 열화를 줄이기 위해 일정한 값 이상에서는 양자화기의 양자화 단계를 고정해서 균등양자화기가 되도록 한다. 그리고 웨이블릿 변환을 통해 선택한 키 프레임을 주파수 계수 값으로 바꾸고 양자화기의 특성을 결정하는 Δ 값을 이용해서 계수값을 양자화함으로서 인간의 시각 특성에 잘 부합한 워터마크를 삽입 후 프레임의 손상을 최대한 줄이도록 하였다.

저작권을 주장과 소유권을 인증하기 위해서는 삽입과정과 같은 방법으로 워터마크된 프레임을 웨이블릿 분해하고 워터마크 삽입 과정에서 사용한 Δ 값을 이용해 웨이블릿 계수값을 비교하여 추출한다. Δ 값은 다른 키에 의해서 생성된 값이다. 워터마크는 프레임 전체에 반복되어 삽입되어 있으므로 반복된 모든 워터마크를 통해 통계적인 방법으로 추출한다. 그리고 사용한 키는 입력해서 PN-Sequence를 다시 생성하고, 생성된 PN-Sequence를 이용해 추출된 워터마크 값에서 Unscramble을 통해 삽입한 문자열을 읽어 낸다. 그러므로 워터마크 삽입시 입력한 사용한 키와 다른 키를 사용해야만 추출해 낼 수 있다.

동영상의 키 프레임 및 영상이 가지는 고주파 성분이 다른 프레임 및 영상보다 많은 데이터는 보다 큰 값의 워터마크를 많이 삽입할 수 있었기 때문에 다른 영상보다 삽입된 워터마크 데이터가 잘 검출되었다. 본 논문에서 제안한 방법은 다른 연구방법보다 워터마크 삽입 후 추출함에 있어서 안정적으로 워터마크를 인증할 수 있다.

V. 결론

멀티미디어 콘텐츠는 인터넷이라는 매체를 통해서 시공간을 초월하여 전달될 수 있는 데이터이다. 이러한 멀티미디어 콘텐츠는 잡음에 강하고, 복제가 용이하며, 원본의 보존이 영구적으로 가능하다는 또 하나의 특징을 갖고 있다. 이것은 멀티미디어 콘텐츠의 불법복제라는 부정적 요소를 안고 있으며, 멀티미디어 콘텐츠의 창작자나 권리 소유자, 서비스 사업자의 경제적 활동을 저해하는 요소가 된다.

아날로그 정보도 불법복제가 가능하지만 일정 수 이상을 복제해 내면 원본이 훼손되고, 확산되는 시간이 매우 느려 지속적인 단속을 통해서 그 피해를 줄일 수 있었다. 그러나 멀티미디어 콘텐츠는 인터넷이라는 네트워크를 통해서 전달되기 때문에 불특정 다수에 의해서 동시 다발적으로 전송이 될 수 있고, 시공간을 초월해 기하급수적으로 전달되며, 원본과 동일한 품질을 유지하고 있다는 심각성을 가지고 있다.

본 논문은 최근에 부각되고 있는 멀티미디어 콘텐츠인 동영상데이터의 불법적인 복제나 배포로부터 소유권을 증명하기 위해 주파수 변환영역에서의 웨이블릿 변환을 이용한 DWT 기법, IA-DWT 기법과 비교분석하였다. 또한 동영상 데이터의 용량이 많고 여러 개의 영상들로 이루어져 있기 때문에 컷 검색 알고리즘을 이용하여 장면 변환된 프레임을 키 프레임으로 추출하고 워터마크를 삽입하였다.

워터마크 삽입 방법으로 키를 사용해서 PN-Sequence를 생성하고 삽입하려는 데이터를 Scramble해서 워터마크를 생성한다. 생성된 워터마크를 하나의 정방형 블록으로 만든 후 프레임 전체에 삽입될 수 있도록 반복하여 프레임 크기의 워터마크를 만들고 다른 키를 사용해서 Δ 값을 난수로 발생시켜 사용한다. 또한 비균등 양자화기에 의해 야기되는 화질의 열화를 줄이기 위해 일정한 값 이상에서는 양자화기의 양자화 단계를 고정해서 균등양자화기가 되도록 하였다. 그리고 웨이블릿

변환을 통해 선택한 키 프레임의 주파수 계수 값으로 바꾸고 양자화기의 특성을 결정하는 Δ 값을 이용해서 계수값을 양자화하며, 이에 따라 발생하는 양자화 에러 부분에 워터마크를 삽입한다. 삽입한 후의 값이 양자화 단계값을 넘어 가지 않도록 하여 프레임의 내용에 따른 적응적인 워터마크가 되도록 하였으며, 인간의 시각 특성에 잘 부합하여 워터마크 삽입 후 프레임의 손상을 최대한 줄이도록 하였다.

워터마크 인증 방법으로 워터마크가 삽입된 프레임을 웨이블릿 분해를 하고 워터마크 삽입 과정에서 사용한 Δ 값을 이용해서 웨이블릿 계수값을 비교해서 워터마크를 추출해 낸다. 여러 가지 공격에 의해 웨이블릿 계수값이 변하게 되는데 특히 작은 값의 계수들은 간단한 영상처리에 쉽게 그 값이 변한다. 이에 반해 큰 값의 계수들은 쉽게 값이 변하지 않기 때문에 큰 값의 계수에서 추출한 워터마크 값에는 큰 가중치를 주어 워터마크를 추출하게 된다. 프레임 전체에 반복되어 워터마크가 삽입되어 있으므로 반복된 모든 워터마크를 통해 통계적인 방법으로 추출한다. 워터마크를 생성할 때 사용한 키를 입력해서 PN-Sequence를 다시 생성한다. 생성된 PN-Sequence를 이용해서 추출된 워터마크 값에서 Unscramble을 통해 삽입한 데이터를 읽어 낸다. 그렇기 때문에 워터마크 삽입시 사용한 키와 Δ 값을 생성할 때 사용한 키를 사용해야만 영상에 삽입한 데이터를 추출해 낼 수 있다.

멀티미디어 콘텐츠인 동영상 데이터에 워터마크를 삽입하는 기존의 기법들은 동영상의 장면 전환점을 검색하여 추출한 프레임에 워터마크를 삽입하는 방법으로 멀티미디어 저작도구를 사용해 워터마크가 삽입된 장면 전환점 부분만 제거할 수 있으며, 삽입한 워터마크를 추출하려면 장면 전환점으로 검색된 각각의 원본 프레임들을 저장할 수 있는 저장매체가 필요하였다. 또한 멀티미디어 저작도구를 사용해 동영상 데이터에 장면 전환점을 제거한다면, 저작권을 인증할 수 없게 되고 소유권이 없어지게 된다. 그리고 워터마크를 추출하는데 원본 프레임과 워터마크된 프레임을 분석하는 시간이 많이 소요된다는 단점이 있다.

그러나 본 연구에서 제안한 방법은 키 프레임 검색 알고리즘으로 장면을 점진적 전환점까지 검색하여 워터마크를 삽입하였으며, 동영상 데이터의 장면 전환점이 제거되어도 점진적 전환점을 검색하여 저작권을 인증할 수 있었다. 또한 워터마크 추출시 원본 프레임이 필요 없기 때문에 저장 매체가 필요하지 않으며, 워터마크를 추출하는데 기존의 방법보다 빠른 시간에 추출할 수 있으므로 저작권 보호와 인증을 할 수 있었다. 그리고 일반적인 영상 처리에 의한 변형에서도 안정적으로 추출되는 결과를 보여 워터마크의 강인성을 증명하였다. 그러므로 인터넷에서 유통되는 멀티미디어 콘텐츠에 적용한다면 멀티미디어 콘텐츠의 창작자나 서비스 사업자의 경제적 활동에 많은 도움이 될 것이며, 중소기업에서 사용하는 CCTV촬영이나 동영상 데이터를 제작하는 업체의 지적재산권보호에 도움이 될 것으로 판단함.

향후 연구 방향으로 동영상 데이터들의 압축알고리즘으로 압축된 동영상 데이터들도 워터마크를 삽입하여 원본파일 없이 인터넷상에서 검출할 수 있도록 하며, 또한 디지털 카메라나 스캐너에 reading한 영상데이터도 워터마크를 추출할 수 있도록 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] J. J. K. O' Ruanaidh, W. J. Dowling, F. M. Boland, "Phase watermarking of digital images," Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing(ICIP'96), Vol. 3, pp. 239-242, 1996.
- [2] W. Bender, D. Gruhl, N. Morimoto, and A. Lu, " Techniques for data hiding", IBM Systems Journal, Vol. 35, No. 3 and 4, pp.313-336, 1996.
- [3] J. J. K. O' Ruanaidh, T. Pun, "Rotation Scale and Translation Invariant Digital Image Watermarking", Proceedings of ICIP'97, Vol. I, pp. 536-539, 1999.
- [4] I. J. Cox, J. Kilian, T. Leighton and T. Shamoan, "Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia," IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 6, No. 12, pp. 1673-1687, 1997.
- [5] I. J. Cox and M. L. Miller, "A review of watermarking and the importance of perceptual modeling", Proceedings of the SPIE International Conference on Human Vision and Electronic Imaging II, Vol. 3016, pp. 92-99, Feb. 1997.
- [6] G. Caronni, "Assuring Ownership Rights for Digital Images," Proceedings of Reliable IT Systems, VIS '95. Vieweg Publishing Company, 1995.
- [7] X. G. Xia, C. G. Boncelet, G. R. Arce, "A Multiresolution Watermark for Digital Images", IEEE International Conference on Image Processing, Vol. 3, pp. 548-551, 1997.
- [8] Dave Kosiur, IP Multicasting : the complete guide to interactive corporate networks , John Wiley & Sons, New York, 1998.
- [9] C. T. Hus and J. L. Wu, "Hidden Digital Watermarks in Images" IEEE

- Transactions on Image Processing, Vol. 8, No. 1, pp.58-68, Jan., 1999.
- [10] J. O. Ruanaidh, W. J. Dowling, F. M. Boland, "Phase Watermarking of digital images", Proceedings of IEEE Conference in Image Processing, Vol. 3, pp. 239-242, 1996.
- [11] Houngh-Jyh Mike Wang and Po-Chyi Su, "Wavelet-Based Blind Watermark Retrieval Technique" SPIE Conference Multimedia Systems and Application, Nov. 1998.
- [12] J. Fridrich, M. Goljan and N. Memon, "Further Attacks on Yeung-Mintzer Watermarking Scheme", Proceedings of SPIE Electronic Imaging 2000, Security and Watermarking of Multimedia Contents, pp. 428-437, Jan. 2000.
- [13] M. Holliman and N. Memon, "Counterfeiting Attacks on Oblivious Block-Wise Independent. Invisible Watermarking Schemes", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 9, No. 3, pp. 432-441, Mar. 2000.
- [14] J. M. Shapiro, "Embedded image coding using zerotrees of wavelets coefficients," IEEE Transaction Signal Processing, Vol. 41, No. 12, pp. 3445-3462, Dec. 1993.
- [15] AS. Lewis and G. Knowles, "Image compression using the 2-D wavelet transform" IEEE Transactions Image Processing, No. 4, pp. 244-250, Apr. 1992.
- [16] A. Said, W. A. Pearlman, "A New Fast and Efficient Image Codec Based on Set Partitioning in Hierarchical Trees", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol 6, pp. 243-250, June 1996.
- [17] R. G. van Schyndel, A. Z. Tirkel, C. F. Osborne, " A Digital watermark", Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing, Vol. 2, No. 5, 1994.
- [18] I. Pitas, T. Kaskalis, "Applying Signatures on Digital Image", Proceedings of IEEE Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing, Noes Marmars, June 1995.
- [19] M. Kutter, F. Jordan, Frank Bossen, "Digital Signature of Color Images Using Amplitude Modulation", SPIE, Vol. 3022, 1997.

- [20] T. L. Wu, S. F. Wu, "Selective encryption and watermarking of MPEG video", Proceedings of International Conference Image Science, System and Technology, CISST'97, June 1997.
- [21] M. Swan, B. Zhu, B. Chau and A. Tewfik, "Multimedia video watermarking using perceptual models and scene segmentation", Proceedings of IEEE ICIP97, Vol. 2, 1997.
- [22] G. C. Langelaar, R. L. Lagendijk, J. Biemond, " Real-time labeling of MPEG-2 compressed video", J. Visual Communication Image Representation, Vol. 9, Dec. 1998.
- [23] G. Voyatzis, N. Nikolaidis and I. Pitas, "Digital Watermarking : An Overview," Proceedings of EUSIPCO'98, Rhodes, Greece, 1998.
- [24] A. Piva, M. Barni, F. Bartolini, V. Cappellini, "DCT-based watermark recovering without resorting to the uncorrupted original image," Proceedings of International Conference on Image Processing(ICIP'97), Oct. 1997.
- [25] R. B. Wolfgang, E. J. Delp, "A watermarking technique for digital imagery : further studies", Proceeding of the International Conference on Imaging Science, pp. 279-287, 1997.
- [26] S. Craver, N. Memon, N. Yeo, and M. Yeung, "Can Invisible Watermarks Resolve Rightful Ownership," IBM Research, Tech. Rep. RC20509, IBM CyberJournal, Jul. 1996.
- [27] C. I. Podilchuk and W. Zeng, "Image-adaptive watermarking using visual models,"IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.16, no.4, pp.525-539, May 1998.
- [28] I. J. Cox, "Spread-spectrum techniques for image watermarking", Proceedings of the IEEE, Special Issue on Identification and Protection of Multimedia Information, 1999.

- [29] M. Kutter and F. Hartung, "Image watermarking techniques", Proceedings of the IEEE, Special Issue on Identification and Protection of Multimedia Information, 1999.
- [30] J. Fridrich, M. Goljan and A. C. Baldoza, "New Fragile Authentication Watermark for Images", IEEE International Conference on Image Processing, ICIP'00, Vol. 1, pp. 446-449, Sep. 2000.
- [31] H. Zhong, F. Liu and L. C Jiao, "A New Fragile Watermarking Technique for Image Authentication", International Conference on Signal Processing, Vol. 1, pp. 792-795, Aug. 2002.
- [32] M. Hasegawa, H. Watanabe, T. Yamada, and S. Kata, "Watermarking method for extracting embedded data without original image", Visual Communication and Image Processing, pp. 915-922, 2002.
- [33] B. S. Kim, D. K. Kwon, S. G. Kwon, K. N. Park, K. I. Song, and K. I. Lee, "A Robust Wavelet-Based Digital Watermarking using Statistical Characteristic of Image and Himan Visual System", Proceedings of ITC-CSCC, pp. 1019-1022, 2002.
- [34] G. C. Langelaar, I. Setyawan, and R. L. Lagendijk, "Watermarking Digital Image and Video Data", IEEE Signal Processing Magazine, Vol.17, No. 5, pp.20-46, Sept. 2000.
- [35] M. Alghoniemy and A. H. Tewfik, "Geometric distortions correction in image watermarking", Proceedings of SPIE, pp. 82-89, Jan. 2000.
- [36] P. Bas, J. M. Chassery, and Benoit Macq, "Geometrically Invariant Watermarking Using Feature Points," IEEE Transactions On Image Processing, Sept. 2002.
- [37] F. Lefebve, D. Gueluy, D. Delannay, and B. Macq, "A Print and Scan Optimized Watermarking Scheme," IEEE Multimedia Signal Processing,

2001.

- [38] Y. Wang, J. Doherty, and R. V. Dyck, "A Watermarking Algorithm for Fingerprinting Intelligence Images", Conference on Information Science and System, The Johns Hopkins University, Mar. 2001.
- [39] H. Choi, K. Lee, and T. Kim, "Transformed-Key asymmetric watermarking system", Proceedings of SPIE: Security and Watermarking of Multimedia Contents, vol. 4314, pp. 280-289, Jan. 2001.
- [40] V. Wahadaniah, Y. L. Guan, and H. C. Chua, "A New Collusion Attack and Its Performance Evaluation", Digital Watermarking First International Workshop, IWDW2002, vol. 2613 of Lecture Notes in Computer Science, Springer Verlag, pp. 64-80, Aug. 2003.
- [41] E. Koch and Z. Zhao. "Towards robust and hidden image copyright labeling", Proceedings of IEEE Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing, June 1995.
- [42] E. Koch, J. Rindfrey and Z. Zhao. "Copyright protection for multimedia data", Proceedings of the International Conference on Digital media and Electronic Publishing, 1994.
- [43] 김단환, 정기봉, 오무송, "동영상의 저작권 보호를 위한 키 프레임 기반의 워터마킹에 관한 연구", 한국해양정보통신학회 논문지, Vol. 9, No. 1, pp. 102-107, 2004.
- [44] 김단환, 정기봉, 오무송, "MSE를 이용한 동영상데이터의 컷 검출시스템에 관한연구", 한국해양정보통신학회 논문지, Vol. 8, No. 8, pp. 1399-1404, 2004.
- [45] 김단환, 정기봉, 오무송, "영상분할통신을 이용한 화상진료 시스템의 설계", 전자정보통신연구소 논문지, Vol. 5, No. 5, pp. 197-207, 2002.
- [46] 김단환, 김형균, 정기봉, 오무송, "MSE를 이용한 동영상의 장면전환검색에 관한 연구", 전자정보통신연구소 논문지, Vol. 5, No. 5, pp. 171-179, 2002.

- [47] 김단환, 정기봉, 오무송, "MSE를 이용한 동영상데이터의 컷 검출시스템에 관한연구", 한국해양정보통신학회, 추계학술발표회, Vol. 8, No. 8, pp. 233-237, 2004.
- [48] 김단환, 정기봉, 오무송, "MSE를 이용한 비디오의 장면전환 검색에 관한 연구", 한국멀티미디어학회, 춘계종합학술대회, VOL. 5, NO. 5, pp. 1052-1055, 2002.
- [49] 김단환, 김형균, 오무송, "보안성이 향상된 화상회의 시스템 구축을 위한 영상 암호화에 관한 연구 " 한국해양정보통신학회, 춘계학술발표회, Vol. 6, No. 6, pp. 631-634, 2002.
- [50] 김단환, 김형균, 오무송, "장면전환점 검출을 위한 프레임의 평균오차 비교에 관한연구", 한국해양정보통신학회, 춘계학술발표회, Vol. 6, No. 1, pp. 638-642, 2002.