

영상의 내용 기반 워터마킹

강 호 경, 정 용 주, 노 용 만
영상 및 비디오 시스템 연구실, 한국정보통신대학원
전화 : 042-866-6189 / 핸드폰 : 016-410-9251

Contents based Watermarking on Image

Ho Kyung Kang, Yong Ju Jung and Yong Man Ro
Multimedia Group, Information and Communications University (ICU).
E-mail : kyoung@icu.ac.kr

Abstract

We propose a content based watermarking technique in multimedia management system. In the proposed technique, a content description technique of MPEG-7 for the multimedia database is adopted into a watermarking technique. With multimedia features described by MPEG-7 standard, we propose a novel watermarking technique where MPEG-7 descriptors are regarded as perceptually significant portions. The watermark is embedded in cooperating with multimedia features such as MPEG-7 descriptor. To verify the feasibility and performance of proposed watermarking technique, experiments with the MPEG-7 database are performed.

I. 서론

최근 데이터의 디지털화와 멀티미디어의 발달, 그리고 인터넷의 보급으로 인하여 디지털 데이터의 복제가 확산됨에 따라 여러 가지 멀티미디어 데이터에 대한 소유권 문제와 이를 효율적으로 보호할 수 있는 기술이 요구되고 있다. 여러 가지 방법으로 멀티미디어의 소유권의 문제를 해결하려는 방안들이 만들어지고 있으나 워터마크라는 보이지 않는 정보를 삽입하여 소유권을 후에 주장할 수 있는 기술이 현재 가장 대두되고

있다. 이 워터마킹 기술은 멀티미디어 데이터에 대한 소유권을 효과적으로 보호하고, 데이터의 불법 복제 및 배포를 제한할 수 있도록 한다.

이 디지털 워터마킹은 디지털 멀티미디어 데이터의 소유권 등록을 위해서 1990년대 중반부터 디지털 데이터에 그 내용과는 상관없이 사람 눈에 인지되지 않는 워터마크를 삽입하는 기술로서, 대표적인 워터마크 방법은 Cox 방법과 Wavelet 방법이 있는데, Cox 방법에서는 DCT 영역에 워터마크를 삽입하는 것인 반면, Wavelet 방법에서는 Wavelet 영역의 일정밴드에 워터마킹 데이터를 삽입하는 것이다[1][2].

한편, 최근 데이터의 물체 및 칼라 등의 데이터의 내용에 기반하는 워터마킹이 활발히 연구되고 있다. 차세대 워터마킹 방법으로 불리우는 이 방법은 멀티미디어 데이터에 인간의 시각에 맞게 또는 가장 중요한 특징 부분을 구해서 그곳을 중심으로 워터마크를 은닉하는 방법이다.

본 논문에서는 내용기반에 적합한 특성으로 영상과 동영상의 효율적인 내용 특징 추출 기술 및 추출된 특징을 바탕으로 즉 MPEG-7 국제 표준 기술자 이용하여 내용기반 워터마킹으로 사용하는 것을 제안하고자 한다[3][4].

본 논문은 구성은 다음과 같다. 이론에서는 내용기반 워터마킹의 삽입과 추출의 방법에 대하여 설명한다. 그리고 다음 단락에서 실험결과를 보이고 결론을 맺는다.

II. 이론

이론에서는 우선 MPEG-7 질감 기술자의 추출에 대하여 보이고 이 정보를 이용하여 워터마킹을 하기 위한 정보 은닉과 이를 이용한 워터마킹 삽입과 추출방법에 대하여 논의한다.

2.1 MPEG-7 질감 기술자

MPEG-7 질감 기술자는 영상의 내용기반 특징을 기술하는 중요한 하위 기술자이다. 이 질감 정보는 간단하게 무너라고 할 수 있는데 영상의 균질 또는 비균질한 패턴으로 항공 사진이나 의료 영상에서 많이 연구되어온 분야이다.

현재의 MPEG-7 homogeneous texture에 표준화중인 기술은 주파수 공간을 30개의 채널로 나누어 에너지와 에너지 편차 60개와 한 영상의 평균값과 분산의 값이 검색에 수행되는 62개의 기술자로 표현된다.

$$TD = [f_{DC}, f_{SD}, e_1, e_2, \dots, e_{30}, d_1, d_2, \dots, d_{30}] \quad (1)$$

여기서 TD는 질감 기술자(Texture descriptor)라 하고 f_{DC} 는 평균, f_{SD} 는 분산값, 그리고 e 는 각 채널에서의 에너지 d 는 채널에서 에너지의 분산을 의미한다.

2.2 내용기반 워터마킹 삽입 방법

영상의 내용기반 특징을 추출하기 위하여 MPEG-7 표준에 따른 기술자를 우선 추출하고 이 정보를 Data Hiding 방법을 이용하여 영상에 삽입을 한다. 이러한 방법을 그림으로 나타내면 그림 1과 같다.

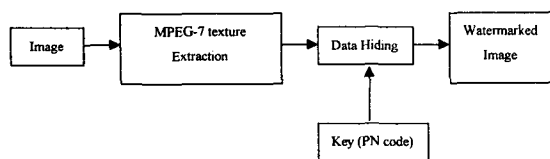


그림 1. 내용기반 워터마킹 삽입 방법

2.3 Data Hiding 방법

영상의 내용 기반 정보를 삽입하기 위하여 아래와 같은 동작을 수행한다.

- MPEG-7 질감 기술자를 bit 단위로 나눈다.
- 영상에 PN code를 이용하여 각 bit가 삽입 될 위치를 선택한다.
- 영상에 LSB 영역에 내용 기반 정보를 삽입한다.

이러한 과정을 그림으로 보면 그림 2와 같다.

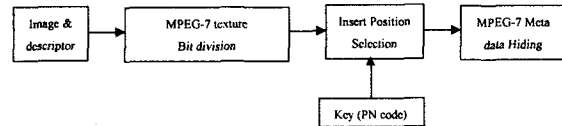


그림 2. MPEG-7 내용기반 정보의 삽입

MPEG-7 질감 기술자는 앞에서 언급했듯이 62개의 기술자로 구성되어 있고 8비트로 표현된다. 따라서 이 질감 기술자를 bit 단위로 나누면 총 496개의 비트가 생성된다.

$$BRTD = [b_1, b_2, b_3, b_4, \dots, b_{496}] \quad (2)$$

여기서 BRTD는 Binary Representation of Texture Descriptor 이며 b_i 의 값은 0이나 1인 값을 가진다. 이 이진 값이 영상에 삽입되는 위치는 PN code에 의한 랜덤 변수로 결정된다.

삽입이 되는 위치를 선택한 다음에는 선택한 픽셀의 값에 다음과 같은 연산이 수행되어 정보의 삽입이 이루어진다.

$$PV_i'(R) = RLSB(PV_i(R)) + b_i \quad (3)$$

여기서 $PV_i(R)$ 는 랜덤변수에 의하여 선택된 픽셀 값이고 R은 픽셀 위치이고 연산자 $RLSB(\cdot)$ 는 픽셀의 LSB(Least Significant Bit) 부분을 제거하는 연산자이다. 따라서 영상의 LSB 부분에 정보의 삽입이 이루어진다. 그런데 이렇게 한 픽셀에 정보의 삽입을 하는 경우 약간의 변화에도 약하기 때문에 다음과 같이 한 b_i 는 삽입 숫자인 $N(=30)$ 을 설정하고 R 위치에서 연속적으로 N만큼의 정보를 삽입하게 된다.

$$\{PV_i'(k) | k = R, \dots, R + N\} = \{RLSB(PV_i(k)) + b_i | k = R, \dots, R + N\} \quad (4)$$

2.4 내용기반 워터마크 인증

워터마크를 인증하기 위하여 우선 워터마크된 영상이 들어오면 영상에서 MPEG-7 기술자를 추출한다. 이 방법은 WD(Working Draft)의 내용을 기반으로 수행한다. 그리고 워터마크를 검출하는데 영상에 삽입되어 있는 정보를 추출하여 워터마크로 삽입이 된 MPEG-7 기술자를 추출한다. 이렇게 다르게 추출된 두 가지 내용기반 정보를 가지고 유사도를 측정하여 워터마크의 인증을 한다. 그림 3에서 워터마크 인증을 위한 방법을 보인다.

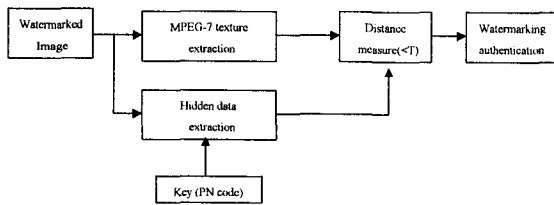


그림 3. 내용기반 워터마킹 인증 방법

우선 은닉된 정보를 추출하는 부분은 다음의 수식에 의하여 이루어진다.

$$b_i = LSB(PV') \quad (5)$$

여기서 $LSB(\cdot)$ 는 Pixel의 LSB 부분을 나타낸다. 식 5에 의하여 위치 정보를 알고 있으면 b_i 를 구할 수 있다. 그러나 영상에 공격이 가하여진 경우 b_i 의 변화가 심하기 때문에 삽입시에 insert number에 의하여 다음과 같은 수식으로 b_i 를 추출한다.

$$b_i = \begin{cases} 0 & \text{if } \sum_{n=0}^N b_i < N/2 \\ 1 & \text{if } \sum_{n=0}^N b_i > N/2 \end{cases} \quad (6)$$

이렇게 추출된 b_i 로부터 $BRTD$ 를 생성하고 TD' 를 복원하게 된다.

2.5 유사도 측정

내용기반 워터마킹에서 다른 워터마킹과 다른점은 이 유사도 측정부분이다. 영상에서 다시 추출된 내용기반 정보와 워터마킹으로 들어가 있는 정보와의 거리를 구하여 일정치 안이면 워터마킹의 인증을 하게 된다. 거리를 구하는 값이 MPEG-7 기술자임으로

MPEG-7에서 제안된 유사도 측정 방법을 그대로 사용한다.

$$\text{distance}(TD, TD') = \sum_k \left| \frac{TD(k) - TD'(k)}{\alpha(k)} \right| \quad (7)$$

여기서 $\alpha(k)$ 는 정규화 값이고 $TD(k)$ 는 질감 기술자이다.

2.6 Threshold(T) 결정

Threshold의 결정은 이 다른 워터마크와 같이 내용기반 워터마크에서도 중요한 부분이다. 본 논문에서 Threshold는 영상의 질감 기술자의 거리를 가지고 구하는 것으로 MPEG-7의 질감 기술자의 실험용으로 쓰인 T1 DB(Brodarz DB)에서 구하였다. 이 T1 DB는 하나의 영상 512x512 영상을 16개의 128x128 영상으로 잘라 구성되어 있다. 질감 기술자의 거리 분포는 Gaussian 분포를 따른다. 따라서 90%의 확률로 같은 질감이라고 측정되는 Threshold를 구하였다. 거리의 평균은 0.498 표준편차는 0.208임으로 Q 함수가 0.1이 되는 Threshold는 0.765로 결정된다.

III. 실험

제안한 내용기반 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 Threshold를 구한 T1 DB에서 수행하였다. 영상의 크기는 128x128로 되어 있다.

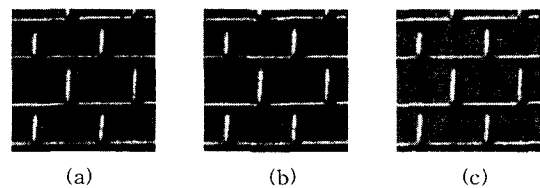


그림 4. 원본 영상(a)와 워터마킹된 영상(b)와 (b)를 JPEG 압축한 영상(c).

그림 4 (a)에 실험에 쓰인 영상을 보인다. 이 영상은 T1 DB의 처음 영상인 T001.01으로 이 영상에 대하여 우선 MPEG-7 질감 기술자를 추출하고 이 기술자는 총 496bit의 크기를 가지고 있다. 이러한 값을 워터마킹에 의하여 T001.01 영상에 삽입을 시켜서 그림 4 (b)의 영상을 워터마킹 영상을 구하였다. 워터마킹 영상과 원 영상과의 PSNR은 45.31dB이다. PSNR에서 나타나듯이 원 영상과의 눈에 보이는 손실은 거의 드러나지 않는다. 다음에서는 실험을 위하여 워터마킹

영상에 JPEG 압축을 수행한 후에 거리를 구하고 T1 DB에서의 검색한 순서를 보인다. 그림 4 (b)에서 워터마킹의 실험을 위하여 워터마킹 영상에 대표적인 공격인 JPEG 압축을 수행하였다. JPEG 2:1 압축에 의하여 원 영상과의 PSNR은 43.90이다.

이 영상에 대하여 그림 2에서 보이듯이 MPEG-7 질감 기술자를 추출한다. 이 값은 원 영상과의 유사도 검사를 하면 0.0138이 나온다. 즉 MPEG-7 질감 기술자는 JPEG에 의하여 거의 변화하지 않는다. 또한 이 추출된 워터마킹으로 T1 DB에서 검색을 수행하면 그림 5와 같은 영상이 검출됨을 볼 수 있다. 이러한 검색 결과에서도 보이듯이 워터마킹으로 사용이 가능함을 보여준다.

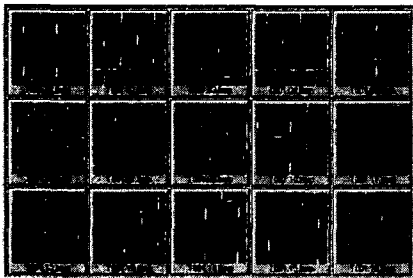


그림 5. Watermarking 정보를 이용하여 검색 결과

표 1. 워터마킹 정보로 검색된 영상의 거리

검색된 영상	Distance
T001.01.raw	0.013808
T001.02.raw	0.261304
T001.05.raw	0.296671
T001.06.raw	0.371853
T001.09.raw	0.394917
T001.13.raw	0.403339
T001.03.raw	0.452462
T001.10.raw	0.482234
T001.14.raw	0.495209
T001.15.raw	0.583265
T001.16.raw	0.639707
T001.04.raw	0.677119
T001.07.raw	0.692674
T001.11.raw	0.720188
T001.12.raw	0.723098

영상의 검색 결과에서 보이듯이 같은 영상에서 얻은 16개의 영상에 대한 거리값이 Threshold보다 작게 됨을 알 수 있다. 이에 따라서 하나의 워터마킹으로 자신과 같이 생성된 영상에 대한 워터마킹 인증을 동시에 수행이 가능하다.

IV. 결론

본 논문에서는 영상의 내용 기반 정보인 MPEG-7을 이용하여 워터마킹의 인증에 사용 할 수 있는 새로운 방법의 워터마킹 기술을 제시하였다. 멀티미디어의 내용 특징 기술자의 국제 표준인 MPEG-7 기술자를 직접 워터마킹으로 사용하여 영상에 삽입하고 이를 워터마킹의 검출시에 다시 MPEG-7 기술자를 구성하여 영상의 내용 특징이 얼마나 변화하는 지를 측정함으로써 워터마크의 인증여부의 새로운 방법을 제시하였다. 실험의 결과를 보면 JPEG의 압축에서 워터마크의 인증됨을 확인할 수 있다. 또한 같이 생성된 영상의 경우 워터마킹이 없는 경우에도 자신과 동일한 영상임을 증명함으로 저작권의 보호가 가능하다.

앞으로 보다 강인한 워터마킹 방법 고안하여 MPEG-7 기술자를 숨기고 이에 따라 더욱 강인한 알고리즘으로 만들 필요성이 존재한다.

참고문헌

- [1] I J.Cox, J.Kilian, F.T.Leighton, and T.Shamoon. "Secure spread spectrum watermarking for multimedia.", IEEE Transactions on Image Processing, September 1996.
- [2] D. Kundur and D. Hatzinakos, "A robust digital image water-marking method using wavelet-based fusion," in Proc. IEEE Int.Conf. Image Processing 1997 (ICIP 97), vol. 1, Santa Barbara, CA, Oct. 1997, pp. 544?547.
- [3] "MPEG-7 Visual part of eXperimentation Model Version 6.0", ISO/MPEG, w3398, Geneva, June, 2000
- [4] "Visual Working Draft 3.0", ISO/MPEG, w3399, Geneva, June, 2000
- [5] W. Bender, D. Gruhl, N. Morimoto, A. Lu, "Technique for data hiding," IBM Systems Journal Vol.35, No.3&4. MIT Media Lab, pp.313-336, 1996
- [6] F. Johnson and S. Jajodia, "Exploring steganography: Seeing the unseen," IEEE Computer Mag. pp. 26-34, Feb 1998