

# 동영상 저작권보호를 위한 FFT 기반 정보 은닉 기법

## FFT Based Information Concealing Method for Video Copyright Protection

최 일 목\* · 황 선 철†

(Il-Mok Choi · Seon-Cheol Hwang)

**Abstract** - FFT based fingerprinting to conceal more information has developed for video copyright protection. More complex information of video is necessary to prove an ownership and legal distributions in invisible form. This paper describes a method to insert more information and to detect them. 3x3 points structure is used to present information. The possible ways to show are 8bit,  $2^8 = 256$  where one point of 9 is always turn on. The points are marked in frequency domain that both real and imaginary party numbers are modified. The five successive frames of same scenes are used to mark because the same scene has very similar shape in FFT result. However, the detail values of coefficients are totally different each other to recognize the marked points. This paper also describes a method to detect the marked points by averaging and correlation algorithm. The PSNRs of marked images by our method had 51.138[dB] to 51.143[dB]. And we could get the correlation values from 0.79 to 0.87

**Key Words** : FFT, Fingerprinting, Video copyright protection, Watermarking of information

### 1. 서 론

저작권 보호의 필요성과 개인정보 보호의 수요가 꾸준히 증가하고 있는 가운데 워터마킹에 대한 기술 개발이 상당부분 진행되고 있다[1, 2]. 저작권 보호를 위해서는 콘텐츠 자체를 암호화 또는 캡슐화하여 보호하는 방법이 사용되고 있고 거의 대부분의 콘텐츠는 이러한 DRM(Digital Right Management)을 사용하고 있다[3]. 그러나 암호화가 풀어지거나 캡슐이 제거된 상태에서 콘텐츠가 유출되는 경우에는 저작권을 보호하기 어려운 실정이다. 이를 방지하기 위해 개발이 시도되고 있는 기술이 워터마킹 기술이다. 최근에는 이 워터마킹 기술을 한 단계 발전시켜서 핑거프린팅 기술의 개발이 시도되고 있다[4]. 핑거프린팅 기술이란 콘텐츠의 사용 허가받은 사람의 정보를 콘텐츠에 보이지 않는 형태로 삽입하는 기술이다[5]. 이 기술이 완성되면, 유통 경로를 자세히 추적하는 것은 현재까지 어려울 수 있으나 최초 유출자가 누구인지는 알 수 있는 기술이다. 물론 이 기술에는 극복해야 할 문제가 많이 존재한다. 핑거프린팅이 된다는 사실은 이미 알려져 있으므로 핑거프린팅을 무효화시키기 위한 다양한 시도가 개발될 것이기 때문이다[6]. 이를 피하기 위해서 워터마킹 또는 핑거프린팅을 보이지 않게 알 수 없는 위치에 삽입하고 그 위치를 수시로 바꿔야 할 것이다. 또한 지오메트릭 공격 등에 의해 강한 워터마킹 기술을 개발해야 할 것이다.

워터마킹 기술은 근본적으로 영상 자체에 삽입하는 방법

[5]과 주파수 영역에 삽입하는 방법[7,8], DWT (Digital Wavelet Transform) 변환을 토대로 이 영역에 삽입하는 방법[9,10] 등 다양하게 시도되고 있다. 영상 자체에 삽입하는 기술은 영상을 회전하거나 크기를 변화시키는 방법 등에 취약한 면을 가지고 있다. 이를 극복하기 위해 다양한 방법이 개발되고 있지만 현재 강력한 방법이 보고되지 못하고 있다. 또한 DWT 변환 방식은 향후 있을지도 모르는 새로운 규약을 바라보고 개발되고 있지만 고화질 TV인 UDTV (Ultra high Definition TV)는 여전히 DCT(Discrete Cosine Transform) 기반의 H.265의 개발로 다소 요원해 보인다. FFT 방식은 다양한 공격에 매우 강력한 내성을 지니고 있으나 연산량이 매우 커서 코덱에 무리를 줄 가능성이 있다 [11,12]. 하지만 FFT 방식의 강한 내성 때문에 오디오 워터마킹에서는 많은 연구가 진행되어 왔다[8].

상기에서 살펴본 바와 같이 동영상의 불법 유출을 통제하기 위해서는 공격에 강인한 워터마킹 기술을 기반으로 사용자의 정보를 은닉하는 핑거프린팅 기술을 필요로 하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 공격에 강인한 워터마킹 기술의 한 방식인 FFT 변환에 의한 주파수 영역에 워터마크를 삽입하는 방식을 발전시켜 8비트의 정보를 삽입하는 핑거프린팅 알고리즘을 제안하고자 한다. 이를 위해 연산 속도를 줄이기 위한 radix-2 FFT 알고리즘을 기반으로 영상을 주파수 정보로 변환하는 알고리즘과 8비트 정보를 3x3 격자형태로 삽입하고 검출하는 핑거프린팅 기술을 개발하여 제안하고자 한다. 또한 공격에 대비하기 위해 핑거프린팅 영역을 화면 전체가 아니라 크기와 위치를 가변적으로 선택하여 화면의 일부분에 적용하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

### 2. 영상의 주파수 변환을 위한 2D FFT

영상에 직접 정보를 은닉하기 위해서는 영상 자체를 변화

\* 정 회 원 : 인덕대학교 방송영상미디어과 교수

† 교신저자, 정회원 : 인덕대학교 방송영상미디어과 교수

E-mail : sthwang@induk.ac.kr

접수일자 : 2013년 11월 12일

수정일자 : 2013년 11월 24일

최종완료 : 2013년 11월 27일

시킴이나 압축된 영상의 경우 DCT 계수를 변화시켜야 한다. 그렇게 되면 정보가 눈에 보이게 되므로 은닉 효과가 떨어지게 되므로 주파수 영역에 정보를 삽입하는 기술이 개발되어왔다[13]. 모든 신호는 한 개 이상의 주파수가 혼합된 형태로 존재한다. 영상 또한 이러한 법칙을 따르는데 영상은 가로, 세로의 2차원 구조를 가지므로 주파수도 x, y 방향으로 존재한다. 신호를 주파수 차원으로 변환하는 방법은 Fourier 변환을 사용하는데 음향과 같은 신호는 1차원 Fourier 변환을 사용한다. 반면 영상과 같이 2차원 신호에 대해서는 x 방향과 y 방향에 대해 동시에 변환을 실시하는데 이것이 2D Fourier 변환이다. 2D Fourier 변환은 1D Fourier 변환을 기반으로 2차원으로 확장된다. 가로 세로가 M×N DFT는 다음 식(1)에 의해 정의된다.

$$X[k,l] = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} x[m,n] W_N^{ml} W_M^{mk}, \quad (k = 0 \sim M-1, l = 0 \sim N-1) \quad (1)$$

이때  $W_M = e^{-j(2\pi/M)}$ ,  $W_N = e^{-j(2\pi/N)}$ 이다. 그런데 2D DFT는 1D DFT를 다시 1D DFT 하여 구할 수 있다. 즉 위의 식 내부를 1D DFT로 분리하면 다음 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$G[m,l] = \sum_{n=0}^{N-1} x[m,n] W_N^{nl}, \quad (m = 0 \sim M-1, l = 0 \sim N-1) \quad (2)$$

이것을 식 (1)의 내부 식과 같으므로 대입하면 다음 식 (3)이 된다.

$$X[k,l] = \sum_{m=0}^{M-1} G[m,l] W_M^{mk}, \quad (k = 0 \sim M-1, l = 0 \sim N-1) \quad (3)$$

이것은 1D DFT를 2D DFT로 확장시킬 수 있음을 보여준다. 그런데 위에서 보여지는 것과 같이 2차원 변환은 1차원 변환에 비해 세로의 신호 개수의 곱의 연산이 필요하므로 매우 많은 연산이 필요하다. 이를 해결하기 위한 방법이 Fast Fourier Transform (FFT)으로 많은 논문에서 연산 수와 연산 시간을 줄이기 위한 노력이 있어왔다[12]. 본 연구에서는 FFT 자체에 대한 연구에 중점을 둔 것이 아니기 때문에 널리 사용되는 radix-2 FFT 알고리즘을 사용하였다. 물론 이들 FFT 알고리즘은 탑재될 시스템의 선택에 따라서 DFT를 사용할 수도 있고 radix-4, radix-n FFT 등으로 확장시킬 수 있다. 본 연구에서 사용한 radix-2 FFT 알고리즘의 구조는 그림 1과 같다.

영상을 FFT하면 주파수 영역으로 차원이 바뀐 정보를 얻을 수 있다. 이 주파수 영역 값은 실수부와 허수부로 나눌 수 있는데 이것을 다시 크기 정보로 변환하여 그림 형태로 나타낼 수 있다. 그림 2는 크기 정보를 나타낸 것이며 대상 영상은 Lena 영상을 예제로 사용하였으며 실제 영상에서는 Lena 영상과 다른 형태로 나타나게 된다. 본 연구에서는 HD 해상도를 갖는 영상에 대해 실시하였으며 영상의 일부분에 대해 Fourier 변환을 적용하였는데 변환 대상 영상의 시작점의 위치나 가로세로의 크기도 임의로 정하여 실시하였다.

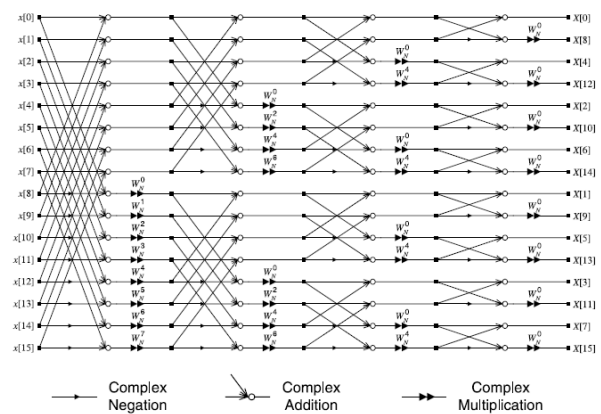


그림 1 N=16인 radix-2 FFT 알고리즘의 구조  
Fig. 1 Structure of radix-2 FFT (N=16) algorithm

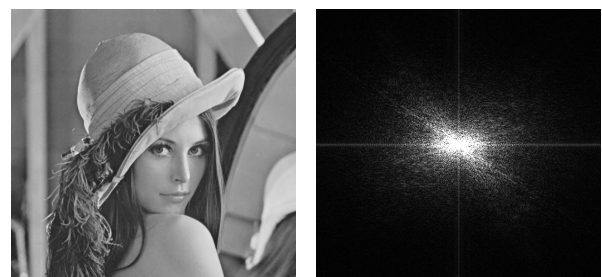


그림 2 Lena 영상과 Fourier 변환 결과에 대한 크기 정보  
Fig. 2 Magnitude information of Fourier Transform of Lena image

### 3. 핑거프린팅(Fingerprinting) 삽입 및 검출

핑거프린팅의 개념은 이미 80년대부터 등장하였다[14]. 이 개념은 어떤 대상체에 다른 것과 구별되는 정보를 삽입하는 개념이다. 이 개념을 이용하면 같은 콘텐츠라도 누구의 소유인지 명확히 구별해낼 수 있게 된다. 핑거프린팅 개념은 디지털 워터마킹 기술이 디지털 콘텐츠에 적용되면서 활성화되었다. 핑거프린팅이란 일정량의 정보를 디지털 워터마킹의 형식으로 디지털 콘텐츠에 은닉하는 기법이다. 본 연구에서는 디지털 비디오에 대한 주파수 영역에서의 정보 은닉 방법에 대한 연구로서 은닉하고자 하는 정보의 표현과 은닉방법 및 검출방법에 대해 설명하고자 한다.

#### 3.1 정보의 표현

본 연구에서 개발한 정보 표현 방식은 3×3 Dot Matrix 형태를 띄는 것으로 최대한 8 비트의 정보 즉 2<sup>8</sup> = 256 가지의 정보를 표현할 수 있도록 설계하였다. 이 방식을 사용하면 일정 영역에 대해 9개의 점이 표현될 수 있고 각 점에서 기준이 되는 점 하나를 제외하면 8개의 점이 On/Off 형태로 표현된다. 만일 잠음에 강한 형태를 표현하고자 한다면 기준 점의 수를 늘려 설계하면 되며 이 경우 표현 비트 수는 줄어들게 된다. 본 연구에서 제안하는 정보 표현 방식은 그림 3에 나타낸 것과 같다.

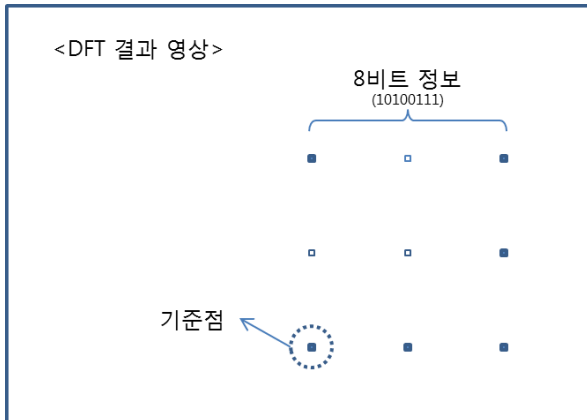


그림 3 삽입 정보의 표현  
Fig. 3 Representation of inserting information

### 3.2 핑거프린팅 삽입

핑거프린팅을 동영상에 삽입하기 위해서는 다양한 시나리오가 가능하다. 삽입 정보 자체를 암호화하여 검출하여도 무엇을 뜻하는지 모르게 해야하기 때문이다. Pseudo-random 함수를 이용하여 삽입 주기를 변화시킬 수 있으며 위치도 서로 다른 위치에 삽입할 수 있다. 또한 삽입 정보를 나타내는 그림의 크기도 다양한 크기로 삽입할 수 있다.

동영상에 정보를 삽입하기 위해서는 연속적인 장면을 택하여 정보를 삽입하여야 한다. 이는 검출 확률을 높여준다. 본 연구에서는 삽입 대상 프레임의 수를 N이라 정하였을 경우 N개의 프레임에 대해 연속성을 검사하였다. 이 검사는 프레임간 차분의 RMSE (root mean square error) 방식을 이용하여 검사하였다. 이렇게 결정된 N 장의 프레임의 일부 영상을 FFT하고 삽입을 원하는 점의 인근 영역에 대해 FFT의 magnitude가 동일한 값이 되게 실수 값과 허수 값을 조정한다. 방법은 다음과 같다.

- (1) FFT 값을 X라 하면  $X = X_{re} + j \cdot X_{im}$  로 계산됨.  
(이때,  $|X| = \sqrt{X_{re}^2 + X_{im}^2}$ )
- (2) Marking 값을 M 이라 할 때  $|X|$ 를 M으로 재조정하려면  $T = M/|X|$ 를  $|X|$ 에 곱하여야 함
- (3) 조정된 X를  $X_m$  이라고 하면  $X_m = \frac{T}{\sqrt{2}} X_{re} + j \frac{T}{\sqrt{2}} X_{im}$  로 조정함

이렇게 되면 FFT 결과는 약간의 변화만 존재할 뿐 FFT 값의 +/- 값은 변하지 않고 FFT만으로는 구별할 수 없게 된다. 이때 M의 값을 조정하는 것이 관건인데, M 값은 핑거프린팅 대상 영역의 주파수의 평균값보다 약간 크게 해주는 것이 바람직하다. 이 크기는 실험적인 값을 제시할 수밖에 없는 값인데, 본 실험에서는 30% 크게 조정하였다. 즉 T = 1.3이 되게 조정하였다. 그림 4는 T = 1.3으로 조정된 실수 영역의 FFT 결과이다.

그림 5는 실제 방송 영상(EBS사의 다큐멘터리 영상 중 일부)을 캡처하여 정보를 삽입한 결과의 예이다. 정보의 삽입은 1920×1080 영상 중에 512×512에 대해 이루어졌으며 예

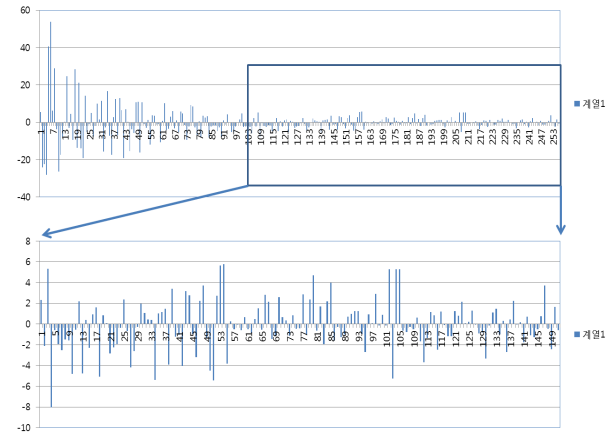


그림 4 핑거프린팅 삽입 데이터 예제  
Fig. 4 Example of fingerprinted data



그림 5 원본 영상  
Fig. 5 Original Image



그림 6 핑거프린팅 삽입 후의 영상  
Fig. 6 Fingerprinted image

제로 보여주는 영상에서는 (500, 200)를 시작점으로 삽입하였다.

핑거프린팅 삽입 후의 영상과 원본 영상과의 차분에서는 삽입 영역에서 0 또는 1의 차이가 발생한다. 이는 핑거프린팅에 의한 왜곡도 있지만 FFT에 따른 소수점 정밀도 처리에 의한 오차인 경우도 혼재하여 발생한다. 그러므로 실제 시스템에서는 핑거프린팅이 삽입되지 않은 부분에 Pseudo-random noise를 섞어서 구별할 수 없게 하여야 할 것이다.

### 3.3 핑거프린팅 검출

핑거프린팅의 삽입에서 평균값의 1.3배를 동일하게 적용하였다. 이것은 그 영역의 주파수의 크기가 동일하다는 것을 뜻한다. 영상을 주파수로 변환할 경우 모든 영역에서 주파수는 동일 값을 갖지 않는다. 이 현상은 동일 프레임에서 뿐만 아니라 인접 프레임 간에서도 동일한 값을 가질 수 없다. 본 연구에서는 이 점을 이용하여 핑거프린팅하는 방법을 사용하였다. 즉 핑거프린팅이 삽입된 영상을  $Img_n, Img_{n+1}, \dots, Img_{n+k}$ 라 가정하였을 경우 핑거프린팅을 검출하는 단계는 다음과 같다.

- (1) 연속 삽입된 K개의 프레임 평균 :  
 $Img_{avg} = avg(Img_n, Img_{n+1}, \dots, Img_{n+k})$
- (2)  $Img_{avg}$  에 대해, 삽입 영역을 처리 대상 영역으로 지정하여 잘라냄
- (3) 삽입 영역에서 각 bit에 해당하는 영역에 대해 6방향에 대해 구간 별 평균화
- (4) 평균화된 각 부분을 연결하는 선형 보간화 함
- (5) 보간화된 화면과 평균 화면의 차분을 구함
- (6) 삽입된 K 구간은 다시 P 프레임마다 연속되므로 각 P 프레임마다 (1)~(5)를 반복 진행함

위 단계에서 보간화를 그림으로 나타내면 그림 7과 같다.

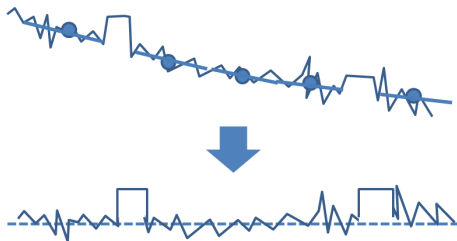


그림 7 선형 보간화 결과  
 Fig. 7 Result of lineare interpolation

이 때 주파수 성분은 매 프레임마다 크기와 부호가 다르게 된다. 이는 마치 백색 잡음의 성질과 유사한 성질을 갖기 때문이다. 그러므로 주기 P 프레임마다 구한 평균 영상  $Img_{avg}$  를 일정 개수 더하면 주파수 성분은 작아지고 동일한 값을 연속적으로 갖는 핑거프린팅 부분은 커지게 된다. 이 영상에 대해 상관도를 계산하여 검출하면 핑거프린팅 여부가 검출된다.

## 4. 결과 및 고찰

### 4.1 핑거프린팅 삽입 결과

본 논문에서는 다양한 동영상에 핑거프린팅을 삽입한 후 원본 영상과 삽입 영상간의 차이를 나타내는 PSNR을 계산하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다(삽입 전후의 육안 구별은 그림 5와 6 비교).

표 1 동영상 특성에 따른 핑거프린팅 삽입 후 원본과의 PSNR 비교

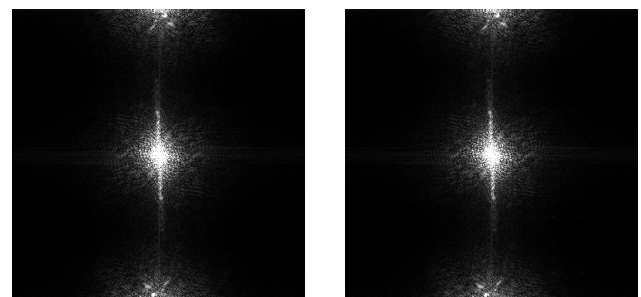
Table 1 Comparison of PSNR between original and fingerprinted images according to features of videos

동영상 특성	PSNR [dB]	비고
움직임 많음	51.138	zoom & dancing
움직임 중간	51.142	action
움직임 적음	51.143	talking

표 1의 결과는 서로 다른 특성의 동영상에 대한 삽입 전후 화질의 변화에 대한 비교결과를 보여준다. 본 연구에서 실험한 동영상은 다큐멘터리와 드라마 I, II이며 다큐멘터리는 여행관련 영상으로 춤추며 노래하는 장면을 주밍(zooming)하면서 촬영한 영상이고, 드라마 I은 두 사람이 몸싸움하는 장면을 고정 카메라로 촬영한 장면이며 드라마 II는 한 사람을 확대 촬영한 장면으로 말하고 있는 장면을 고정 카메라로 촬영한 장면이다. 이들 동영상은 성격이 매우 다른 것임에도 불구하고 FFT의 주파수 영역에 대한 핑거프린팅 후 역FFT하여 영상으로 복원시켰을 때 원본 영상과의 PSNR은 평균 51.141[dB]로 매우 낮은 수준의 에러율을 나타내었다. 특히 동영상 특성에 좌우되지 않는 매우 안정적인 특성을 나타내고 있다.

### 4.2 핑거프린팅 은닉성 결과

핑거프린팅 은닉성은 육안 검사와 PSNR 검사로 측정하였다. 육안 검사는 매우 주관적이긴 하지만 구별하기 어렵다는 결과를 얻을 수 있었다. 그림 8은 FFT 주파수 영상에 대한 원본과 핑거프린팅 삽입 후 주파수 영상에 대한 비교 그림이다. 그림에서 알 수 있듯이 육안 검사로는 구분이 어렵다.



(a) 주파수 영역 그림 원본 (b) 핑거프린팅 삽입 후 주파수 영역

그림 8 핑거프린팅 전후의 FFT 비교 그림

Fig. 8 Original FFT and fingerprinted FFT

두 영상에 대한 PSNR을 구하면 66.276 [dB]로 수치상으로도 구분이 어려운 것으로 나타났다. 특히 본 연구에서는 핑거프린팅이 삽입되지 않은 영역에 대해 Pseudo-random noise를 첨가하였으며 삽입 영역의 위치 또한 가변적으로 하였기 때문에 PSNR을 계산하여 위치를 찾아내는 것을 불가능한 일이다.

### 4.3 핑거프린팅 검출 결과

본 연구에서는 핑거프린팅이 삽입된 주파수 영역 영상에 대해 삽입 영역만 추출하여 처리하였다. 추출된 영역은 연속된 5 프레임의 결과이다. 앞에서 언급하였듯이 핑거프린팅을 제외하고는 아무리 유사한 영상이라도 동일 영상이 아니기 때문에 주파수의 크기는 서로 다르며 부호도 서로 다른 경우가 많기 때문에 연속 5 프레임에 대한 추출된 영역을 서로 더하여 평균을 하면 그림 9(a)와 같은 결과를 낸다. 평균 결과물은 다시 기저선 제거에 의해 재조정 단계를 필요로 한다. 본 연구에서는 핑거프린팅이 존재할 것으로 추정되는 주변 값의 평균을 구하여 선형 근사 방식으로 기저선을 제거하였다. 기저선이 제거기 전 결과와 기저선 제거된 결과는 그림 9(b)와 같다. 결과 영상의 픽셀 값은 매우 작은 값을 가지므로 편의상 결과물에 20을 곱한 결과를 그림에 적용하여 나타내었다.

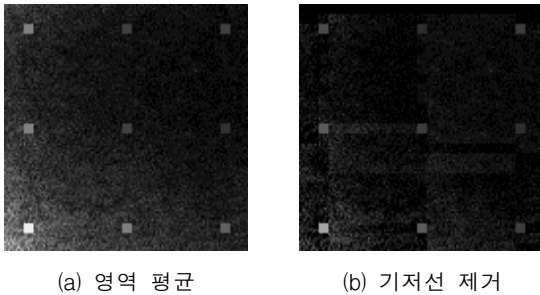


그림 9 5프레임에 대한 평균 영상과 기저선 제거 영상  
 Fig. 9 Average image and base-line deleted image for 5 frames

또한 5프레임씩 일정 주기에 따라 핑거프린팅이 삽입되었기 때문에 이들 평균 결과물에 대해 합산을 실시하였다. 합산은 일정 기간 T frame 동안만 허용한다. T는 실험적으로 산출된 수치인데 본 연구의 경우에는 6 ~ 12 개의 평균 결과물이 더해지게 된다. 그림 10은 (a) 움직임이 많은 경우(화면이 zoom 되면서 춤추는 장면), (b) 움직임이 보통인 경우(화면이 고정되고 몸싸움 장면) 및 (c) 움직임이 적은 경우(화면이 고정되고 대상체가 이야기만 하고 있는 장면)의 결과를 보여주고 있다. 이 결과물은 3 가지 경우에 대해 5 프레임 검출 결과를 6 부분에 걸쳐 합산한 경우이다.

위 3가지 경우에 대한 correlation 계산 값은 각각 다음과

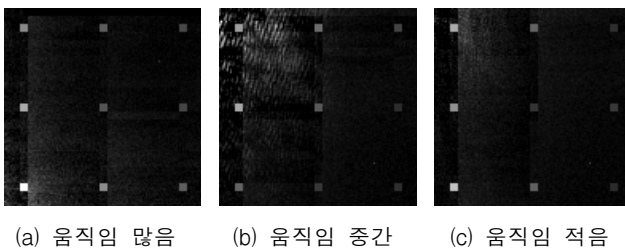


그림 10 3가지 동영상에 대한 핑거프린트 검출 결과  
 Fig. 10 Results of fingerprint detections for 3 cases of videos

같다.

- (a) 움직임이 많은 경우 : 0.87
- (b) 움직임이 보통 경우 : 0.79
- (c) 움직임이 적은 경우 : 0.84

### 4.4 결과 고찰

본 연구에서는 동영상에 대해 각 프레임의 영상 일부분을 푸리에 변환하여 주파수 영역을 산출한 후 주파수 영역에 대해 시각적으로 검출이 어려운 방식으로 8비트의 정보를 은닉하는 알고리즘을 개발하고 실험하여 검출 결과를 얻게 되었다.

푸리에 변환을 수행하는 영상 영역은 크기와 위치를 가변적으로 하여 검출이 어렵게 하였으며 핑거프린팅이 삽입되지 않는 부분에 대해서는 향후 Pseudo-random noise를 삽입하여 구별할 수 없도록 할 예정이다.

핑거프린팅 삽입 후 영상의 변화는 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)를 계산한 결과 육안 구별이 어려운 정도인 약 51.14[dB]의 결과를 얻을 수 있었으며 주파수 영역에서의 은닉성은 PSNR 값으로 약 66.28[dB]를 얻어, 이것 또한 육안 구별이 어려운 정도의 결과를 얻을 수 있었다.

핑거프린팅의 검출 단계에서는 연속 5프레임에 대한 처리 영상을 6~12 부분 씩 합산을 하여 correlation 식에 의해 계산한 후 검출 결과를 얻을 수 있었는데 파형 인식 기준 0.7을 상회하는 약 0.8 이상의 높은 수치를 얻을 수 있었다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 동영상의 저작권 또는 소유권을 은닉하는 방법에 대한 알고리즘을 개발하고 실험하여 결과를 얻었다. 저작권 또는 소유권에 대한 정보는 8비트 표현 방식으로 삽입할 수 있는 방안을 제시하였으며 동영상의 특성상 동일한 정보를 다중으로 삽입할 수 있었다. 다중으로 삽입된 정보는 검출 에러율을 대폭 낮출 수 있게 되며 또한 여러 개의 8비트 정보를 삽입할 수 있기 때문에 충분한 정보의 은닉이 가능할 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 얻게 된 결론은 다음과 같다.

- 1) 동영상의 개별 프레임에 임의의 영역을 푸리에 변환하여 주파수 영역에 정보를 은닉하는 방안을 개발하였다.
- 2) 정보는 8비트 표현이 가능하며 다중 삽입에 의해 검출율을 높일 수 있었다.
- 3) FFT 변환 영상에서 정보 삽입 영역의 크기와 위치를 가변적으로 설계할 수 있어서 타인에 의한 검출 가능성을 낮출 수 있었다.
- 4) 다중 주파수 영상을 합산하여 핑거프린팅 삽입영역의 값은 증가되고 삽입되지 않은 부분은 낮아지는 결과를 얻게 되어 검출율을 높일 수 있었다. 또한 합산 영상에 대해 선형보간방식으로 선명한 결과영상을 도출할 수 있었다.
- 5) 본 연구에서는 변화가 매우 큰 경우, 변화가 중간인 경우, 변화가 매우 적은 경우 등 3가지 특성의 동영상

에 대해 유의한 검출 결과를 얻을 수 있었으며 각 경우의 검출률의 변화가 적어 효과적인 정보 은닉 방법으로 판단된다.

본 연구를 진행하면서 다양한 공격에 대한 검증이 이루어지지 않은 점은 아쉽게 생각한다. 그러므로 다음 연구에서는 동영상에 대한 공격에 대해 어떤 영향을 받는지에 대한 평가와 이에 대비한 방안에 대한 연구를 진행하고자 한다.

### 참 고 문 헌

[1] I.J. Cox, M.L. Miller and J.A. Bloom, Digital Watermarking, Morgan Kaufmann Publishers, pp.11-40, 2002

[2] I.J. Cox, T. Kalker, H. Lee et. al, Digital watermarking: third international workshop, IWDW 2004, Seoul, Korea, Oct. 30 - Nov. 1, 2004 : revised selected papers, pp.66-76, 2004

[3] E. Becker, Digital Rights Management: Technological, Economic, Legal and Political Aspects, Springer, Jan. pp.1-15, 2003

[4] S. Schrittwieser, et. al, "An Algorithm for k-Anonymity-Based Fingerprinting", Digital-Forensics and Watermarking: 10th International Workshop, IWDW 2011, Atlantic City, NJ, USA, Oct.23-26, 2011, Springer, pp.439-452, 2012

[5] 황선철, "원본 동영상 대조 없이 가능한 Blind 방식의 코드화된 워터마크 검출 알고리즘", 전기학회논문지P, 제59P권 제4호, pp.395-400, 2010

[6] 김진호, 서영호, 이홍규, "워터마크 공격 및 평가 기술 동향", 전자통신동향분석, 제19권, 제4호, pp.74-80, 2004

[7] Pranab Kumar Dhar and Isao Echizen, "Robust FFT Based Watermarking Scheme for Copyright Protection of Digital Audio Data", 2011 Seventh International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, pp. 181-184, 2011

[8] J. Seok, J. Hong and J. Kim, "A Novel Audio Watermarking Algorithm for Copyright Protection of Digital Audio", ETRI Journal, Vol. 24, pp.181-189, 2002

[9] M. Barni, F. Barolini and A. Piva, "Improved Wavelet-Based Watermarking Through Pixel-Wise Masking", IEEE Trans. on Image Processing, Vol. 10, No. 5, 2001

[10] P. Chan and M. Lyu, "A DWT-based Digital Video Watermarking Scheme with Error Correcting", Proceedings 5th International Conference on Information and Communications Security, 2003

[11] D. Chikouche, A. Khellaf and S. Bouguezel, "A New Proposed Algorithm of Arbitrary Radix for The

Computation of The 2D DFT", Int. J. Numer. Math. Engng, Vol. 46, pp. 103-115, 1999

[12] C. Mermer, D. Kim and Y. Kim, "Efficient 2D FFT implementation on mediaprocessors", Parallel Computing, Vol. 29, pp. 691-709, 2003

[13] I. Cox, J. Killian, F. Leighton, and T. Shamoan, "Secure Spread Spectrum Watermarking for Multimedia", IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 6, No. 12, pp.1673-1687, 1997

[14] Neal R. Wagner, "Fingerprinting", Drexel University, pp. 18-22, 1983

### 저 자 소 개



#### 최 일 목 (崔 一 木)

1966년 2월 21일생.  
1998년 구주예술공과대학 대학원 화상설계학과 졸업(예술공학박사수료), 1998년 ~ 2002년 디지털만화사, 2002년 ~ 현재 인덕대학교 방송영상미디어과 교수  
Tel : (02) 950-7446  
Fax : (02) 950-7459  
E-mail : imchoi@induk.ac.kr



#### 황 선 철 (黃 善 哲)

1965년 2월 15일생.  
1999년 연세대학교 대학원 전기전자공학과 졸업(공학박사), 1991년 ~ 1998년 LG전자, 1999년 ~ 현재 인덕대학교 방송영상미디어과 교수  
Tel : (02) 950-7444  
Fax : (02) 950-7459  
E-mail : sthwang@induk.ac.kr