

모바일 환경하에서 멀티미디어 콘텐츠 보호 알고리즘

김항래*, 박 영**, 조남형***

요약

본 논문에서는 모바일 환경하에서 모바일 콘텐츠를 보호하기 위해 CDMA (Code Division Multiple Access) 기술을 적용한 디지털 워터마킹 알고리즘을 제안한다. 디지털 워터마킹은 경로손실(pathloss), 다중경로 페이딩(multipath fading), 간섭(interference) 및 잡음(noise)이 존재하는 모바일 환경하에서 발생하는 에러에 강인하도록 설계되었다. 모바일 환경하에서 멀티미디어 콘텐츠를 서비스할 경우, 모바일 콘텐츠의 저작권 보호에 적합한 워터마크의 구성 방법, 삽입 및 검출에 대한 알고리즘도 제안한다. 워터마크는 모바일 사용자의 정보를 이용해 구성하여 워터마킹의 요구조건인 비가시성(invisibility)과 외부 공격에 강인성(robustness)을 평가한다. 워터마크가 삽입된 모바일 콘텐츠의 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)이 90.31 dB이고, 신호 처리와 잡음 공격에도 강인하다는 것을 알 수 있다. 특히, 무선 전송중에 발생하는 랜덤 잡음(random noise)을 극복할 수 있기 때문에 제안한 워터마킹 알고리즘은 모바일 환경하에서 멀티미디어 콘텐츠 보호에 적합하다.

Protection Algorithm of the Multimedia Contents in the Mobile Environment

Hang-Rae Kim* , Young Park** and Nam-Hyung Cho***

Abstract

In this paper, the digital watermarking algorithm is proposed using CDMA technique for protection of the mobile contents in the mobile environment. The digital watermarking was designed to robust the errors in the mobile environment where pathloss, multipath fading, interference, and noise exist. In case of the multimedia content service in the mobile environment, the construction method of the watermark, the algorithm of insertion and detection are also proposed. The watermark consists of the information of the mobile user. Invisibility and robustness required in watermarking are estimated. It is observed that PSNR of the mobile content inserted the watermark is 90.31 dB, and the signal processing and noise attack are also robust. Especially, because random noise occurs in wireless transmission can overcome, the proposed watermarking algorithm is adequate for protection of the multimedia contents in the mobile environment.

Key words :

1. 서론

전자상거래(e-commerce)는 인터넷이 보편화되기 이전에도 기업간 문서를 전자적 방식으로 교환하거나, PC통신의 홈쇼핑, 홈뱅킹 등 다양한 형태로 존재해 왔으나, 컴퓨터 및 네트워크에 대한 기술과 인터넷의 비약적인 발전으로 인하여 전자상거래는 인터넷상에서의 거래와 관련지어 생각하게 되었다.

협회의 전자상거래란 인터넷상에 홈페이지로 개설된

상점을 통해 실시간으로 상품을 거래하는 것을 의미한다. 거래되는 상품에는 전자부품과 같은 실물뿐 아니라, 원거리 교육이나 의학적인 진단과 같은 서비스도 포함된다. 또한 뉴스·오디오·소프트웨어와 같은 디지털 상품도 포함되며, 이들의 비중이 점차 높아지고 있다.

광의의 전자상거래는 소비자와의 거래뿐만 아니라 거래와 관련된 공급자, 금융기관, 정부기관, 운송기관 등과 같이 거래에 관련되는 모든 기관과의 관련행위를 포함한다. 전자상거래 시장이란 생산자(producers)·중개인(intermediaries)·소비자(consumers)가 디지털 통신망을 이용하여 상호 거래하는 시장으로 실물 시장

※ 제일저자(First Author) : 김항래

접수일 : 2004년 2월 15일, 완료일 : 2004년 2월 28일

* 주성대학 로봡원구과

** SK C&C 통신기술연구원

*** 충북과학대학 정보통신과학과

(physical market)과 대비되는 가상 시장(virtual market)을 의미한다.

이러한 서비스는 모바일 통신(mobile communication) 서비스의 대중화와 무선 인터넷망의 개방으로 인하여 2세대 모바일 통신 시장에서도 도입되어 급부상하고 있으며, 머지않아 서비스될 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) 및 CDMA-2000 (Code Division Multiple Access-2000)과 같은 3세대 모바일 통신 시장에서도 모바일 콘텐츠 시장은 급부상할 것이다[1]. 모바일 전자상거래(mobile e-commerce or m-commerce) 공급자들은 개개인에게 각종 멀티미디어 서비스와 환경을 제공할 것이다. 따라서, 사용자들은 모바일 전화, PDA(Personal Digital Assistants), 모바일 네트워크에 연결된 컴퓨터 등에서 비디오, 오디오 및 전자 서적과 같은 모바일 콘텐츠를 모바일 채널로 구입하고 다운로드할 수 있게된다. 이처럼 디지털 모바일 콘텐츠들은 상당한 편리함과 이점을 가진다. 그러나 서비스 제공자들은 이러한 디지털 모바일 콘텐츠들이 종래의 아날로그 데이터와는 달리 데이터의 손상없이 복제가 용이하고 손쉽게 배포되는 것에 우려한다. 따라서, 이러한 모바일 콘텐츠의 불법적인 복제 및 유포를 방지하기 위한 저작권 보호기법이 필요하다. 디지털 워터마킹은 모바일 콘텐츠의 저작권 보호에 적용할 수 있으며, 원 디지털 데이터에 보이지 않도록 저작권 정보를 삽입하는 방법으로서 모바일 콘텐츠들에도 적용이 가능하다.

본 연구에서는 모바일 환경에서 실시간으로 서비스되는 모바일 콘텐츠의 저작권 보호를 위한 디지털 워터마킹 알고리즘을 제안한다. 제안하는 디지털 워터마킹은 모바일 환경의 특성에 적합하도록 워터마크를 구성하며, 주파수 영역에서 CDMA 기술을 이용하여 워터마크를 삽입하고 검출하는 알고리즘이다[2, 3]. 또한, 모바일 환경을 고려하여 워터마킹이 갖추어야 하는 사항들도 서술한다.

2. 모바일 환경하에서의 고려사항

모바일 환경은 인터넷과 같은 유선 환경과는 달리 무선 환경하에서 전자기파를 사용해 정보를 주고 받는다. 그러므로, 모바일 환경하에서 모바일 콘텐츠를 서비스하기 위해서는 모바일 환경에 대한 이해가 필요하다. 또한 저작권 보호를 위한 디지털 워터마킹의 설계에서는 모바일 환경뿐만 아니라 모바일 통신 원리도 중요한 요소들 중에 하나가 될 것이다.

2.1 경로손실 및 다중경로 페이딩

모바일 통신에서는 모바일 콘텐츠를 무선 신호에 실어 대기를 통해 전파한다. 따라서, 전파거리가 멀수록 수신되는 신호의 크기는 작게 된다.

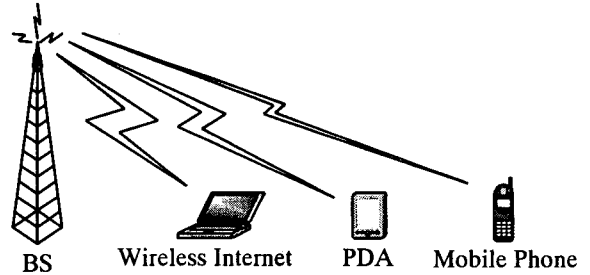


그림 1. 기지국과의 거리와 수신 신호 사이의 관계

그림 1은 기지국으로부터 거리가 가까울수록 수신되는 신호의 크기가 크고 거리가 멀수록 수신되는 신호의 크기가 작다는 것을 나타낸다. 이것은 서비스 지역의 지형지물에 영향을 받기 때문이다. 즉 빌딩, 주택과 같은 건물과 산, 강 등의 지형적인 장애물 등에 의해 전송 신호가 감쇠되어 수신된다. 더불어 이와 같은 장애물은 전파되는 신호를 반사, 산란 및 회절 시키게 되어 하나의 경로를 통해 전파하는 것이 아니라 여러 경로를 통해 전파한다. 이러한 경로를 다중경로(multipath)라 하며, 그림 2에 나타내었다.

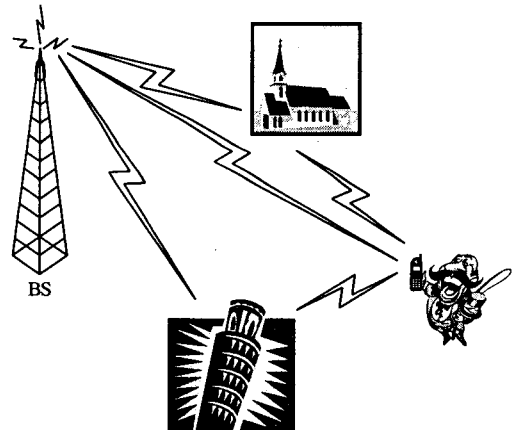


그림 2. 다중경로

이렇게 다중경로를 통해 전파되는 신호는 진행되는 경로의 길이가 서로 다르게 되기 때문에 도달하는 시간차가 발생하며, 도달되는 신호별로 서로 다른 감쇠와 위상차가 발생하게 된다. 따라서, 수신측에서는 이런 다중경로의 신호를 모두 수신하게 된다. 이렇게 수신된 신호에선 진폭이 커졌다 작아졌다하는 현상이 발생하게 되는데 이런 현상을 다중경로 페이딩(multipath fading)라고 한다. 이러한 페이딩은 매우 위험한 요소로서, 페이딩이 심하게 발생하면 모바일 통신의 안정성이 떨어지게 되며 결국에는 통화가 끊기는 현상까지도 발생한다.

2.2 소프트 핸드오프

모바일 통신은 보다 많은 모바일 사용자에게 서비

스를 제공하기 위해서 셀룰러 개념을 도입하였다. 따라서, 하나의 기지국이 어느 일정한 지역만을 서비스하기 때문에, 한 기지국으로부터 다른 기지국으로 이동하는 모바일 사용자에게는 서비스 받고 있는 모바일 콘텐츠가 중단될 것이다. 그러므로 이웃 기지국이 서비스하는 지역으로 모바일 사용자가 이동할 경우에는 핸드오프가 수행되어야 한다. 그림 3은 이웃 기지국으로 이동하는 모바일 사용자에게 제공되는 소프트 핸드오프(soft handoff) 방법을 도시하였다.

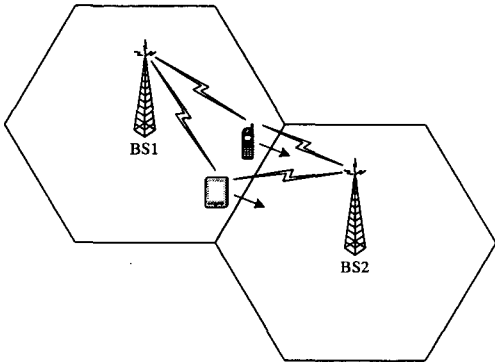


그림 3. 소프트 핸드오프

모바일 통신에서 소프트 핸드오프를 지원할 수 있는 것은 모바일 사용자마다 통화 채널의 주파수 대역이 같기 때문이다. 그림 3에서 셀 경계에 있는 모바일 사용자와 PDA 사용자는 BS1과 BS2 모두에 연결되어 있는 상태이며 BS2가 서비스하는 지역으로 사용자가 이동하게 되면 BS1과의 연결은 끊게 된다.

2.3 그 밖의 고려사항

모바일 콘텐츠에 적합한 디지털 워터마킹을 설계하기 위해서는 서비스되거나 앞으로 서비스될 모바일 통신의 통화 채널 구조를 고려해야만 할 것이다. 현재 서비스되고 있는 2세대 모바일 통신에서의 통화 채널은 192 비트의 정보 비트를 20ms의 주기를 갖는 프레임으로 구성하여 9.6kbps의 속도로 모바일 콘텐츠를 서비스하고 있다. 앞으로 서비스될 3세대 모바일 통신에서는 실시간 서비스와 패킷 서비스를 함께 제공할 것이며, 실시간 서비스의 경우 144kbps까지 서비스 할 예정이다.

모바일 통신에서는 통신의 질을 높이고 보다 높은 전송률을 제공하기 위해서 기지국과의 거리에 따른 경로손실과 이로 인한 근원문제(near-far problem)를 극복하기 위한 전력제어(power control), 열악한 모바일 환경으로부터 발생하는 버스트 에러(burst error)를 랜덤 에러(random error)로 변환시켜 주기 위한 인터리빙(interleaving), 랜덤 에러를 극복하기 위한 컨벌루션 코딩(convolution coding)과 터보 코딩(turbo coding), 다중경로 페이딩을 극복하기 위한 레이크(rake) 수신

기, 다이버시티(diversity), 콤바인(combing) 기술 등이 있다.

이러한 기술들로부터 무선 채널은 10-3의 비트 에러율(BER; Bit Error Rate)에서 10-6의 비트 에러율을 성취할 수 있게 되었다. 그러나 여전히 10-9의 비트 에러율을 유지하는 무선 인터넷의 경우보다는 높다. 이에 발맞추어 모바일 콘텐츠 서비스 제공자들도 더욱 통신의 질을 높이기 위한 기술들을 제공할 것으로 기대된다.

3. 모바일 콘텐츠 보호 기술

모바일 환경에서 모바일 콘텐츠의 흐름을 그림 4에 나타내었다. 모바일 콘텐츠의 저작권 보호를 위한 강력한 보호 기술 중의 하나는 디지털 워터마킹이다. 워터마킹이란 멀티미디어 콘텐츠에 특정한 부호나 패턴 등을 삽입하는 기술을 말하며 워터마크는 저작권 보호를 위해 멀티미디어 콘텐츠에 표시한 보이지 않는 마크(Mark)를 말한다. 워터마크는 비저작권자에 의해 인식되지 않아야 하고 저작권 소유자에 의해서만 검출될 수 있어야만 한다.

모바일 콘텐츠에 적합한 워터마크의 선택이 중요할 것이다. 워터마크로는 의사잡음(PN; Pseudo Noise) 부호나 골드(Gold code) 부호 등과 같은 일련의 수열을 사용하는 키(key) 방식 뿐만아니라 하다마드(Hadamard) 행렬이나 임의의 영상과 같은 행렬 형태인 로고(logo) 방식이 모두 가능하다. 그러나 모바일 콘텐츠를 위한 워터마크로는 모바일 사용자의 정보를 이용하는 것이 바람직할 것이다. 즉, 단말기 인증 번호나 전화번호 등이 될 수 있으며, 더불어 다른 부호와 조합하여 수열, 행렬, 영상 등의 형태로 사용할 수 있을 것이다.

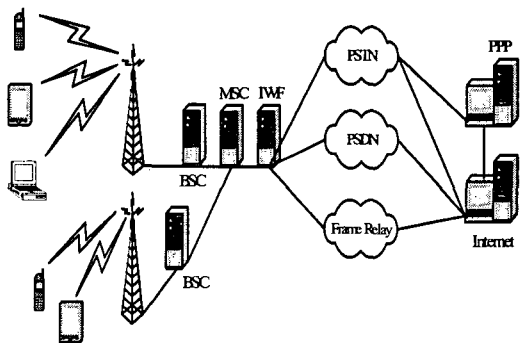


그림 4. 모바일 환경하에서 모바일 콘텐츠의 흐름도

그림 5는 모바일 콘텐츠를 서비스 받기를 원하는 모바일 사용자 정보 확인 및 워터마크 구성을 나타낸다.

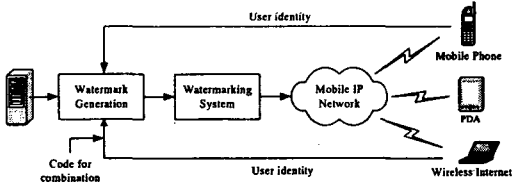


그림 5. 사용자 확인 및 워터마크 구성

모바일 콘텐츠에 워터마크를 삽입할 경우에는 2가지의 방법이 가능하다. 한 방법은 모바일 콘텐츠 자체에 워터마크를 삽입하는 것이고, 또 한 방법은 전송되는 프레임 단위로 워터마크를 삽입하는 방법이다. 이것은 모바일 콘텐츠들이 모바일 링크상에서 프레임 단위로 전송되기 때문이다. 따라서, 프레임마다 워터마크를 삽입해야 할 것인지, 모바일 콘텐츠 자체에 삽입해야 할 것인지를 결정해야 한다. 프레임별로 저작권 보호가 필요하다면 프레임마다 워터마크를 삽입해야 할 것이다. 즉, 모바일 콘텐츠가 무엇인지와 어떤 워터마크를 선택하느냐에 달려있다. 삽입되는 워터마크의 크기가 각 프레임보다 작다면 프레임 단위로 워터마크 삽입이 가능하지만, 삽입되는 워터마크가 프레임 크기보다 클 경우에는 모바일 콘텐츠의 질을 떨어뜨리게 되는 단점을 가지게 된다.

4. 디지털 워터마킹 알고리즘

모바일 콘텐츠에 적합한 디지털 워터마킹은 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다.

- (1) 모바일 환경과 모바일 통신시스템의 특성상 발생하는 랜덤 에러에 강해야 한다.
- (2) 워터마크는 모바일 사용자의 단말기 인증 번호나 전화 번호 등의 정보를 이용하여 구성하는 것이 바람직하다.
- (3) 프레임 마다 저작권 보호가 필요할 경우, 프레임 단위로 워터마킹을 수행해야 한다.

현재 대중적인 모바일 콘텐츠는 음악, 정지영상 및 동영상이다. 이러한 모바일 콘텐츠를 보호하기 위한 디지털 워터마킹은 주로 주파수 영역에서 수행된다. 특히, 영상 콘텐츠의 경우에는 DFT(Discrete Fourier Transform), DCT(Discrete Cosine Transform)나 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 이용하여 주파수 영역에서 워터마크를 삽입하고 있으며, 워터마크 삽입 방법으로는 다양한 알고리즘이 제안되고 있다. 현재 가장 부각되고 있는 알고리즘의 하나는 CDMA 통신의 스펙트럼 확산(spread spectrum) 기술을 이용하는 것이다[4, 5].

모바일 콘텐츠 보호 시스템을 설계하기 위해 CDMA 기술을 사용해 워터마크를 삽입하고 복원하는 과정을 그림 6과 그림 7에 각각 나타내었다. 워터마크의 삽입

과정은 다음과 같이 수행된다.

- (1) 원 영상과 같은 멀티미디어 콘텐츠를 이산 푸리에 변환을 수행하여 주파수 계수를 추출한다.
- (2) 키를 생성하여 워터마크를 CDMA 인코딩한다.
- (3) 멀티미디어 콘텐츠의 주파수 계수에 삽입한다.
- (4) 역 이산 푸리에 변환을 수행한다.

워터마크의 복원과정은 다음과 같은 절차로 수행된다.

- (1) 신호처리나 잡음 등과 같은 공격을 받은 워터마크가 삽입된 멀티미디어 콘텐츠를 이산 푸리에 변환한다.
- (2) 원 멀티미디어 콘텐츠와 비교하여 주파수 계수를 추출한다.
- (3) 삽입과정에서 사용된 키를 사용해 CDMA 디코딩을 수행한다.

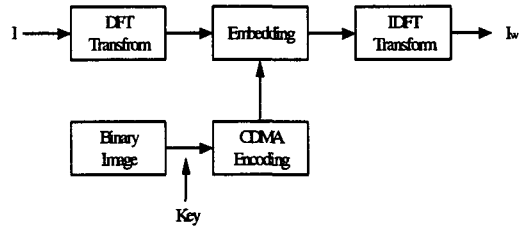


그림 6. 워터마크 삽입 모델

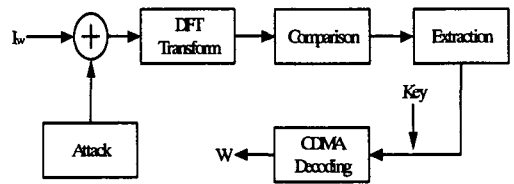


그림 7. 워터마크 복원 모델

4.1 키 생성

CDMA와 같은 확산 통신 시스템에서 상관 특성이 좋은 의사 랜덤 부호를 사용하는 것은 많은 사용자가 동시에 통신을 할 수 있게 하고, 시스템 성능을 높이는 중요한 요소로서의 역할을 수행하기 때문이다. 따라서, 많은 워터마킹 알고리즘에서도 이 부호를 사용한다. 부호의 길이가 N인 의사 랜덤 부호의 자기상관 특성을 식 (1)과 같고, 그림 8에 도시 하였다.

$$R(\tau) = \begin{cases} 1, & \tau = 0 \\ -\frac{1}{N}, & \tau \neq 0 \end{cases} \quad (4-1)$$

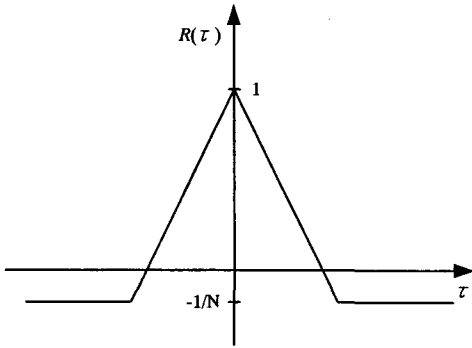


그림 8. 길이가 N인 의사 랜덤 부호의 자기상관

여기에서 고려해야 할 점은 $\tau \neq 0$ 일 경우, $-1/N$ 의 값이 나타난다는 것이다. 이것은 CDMA에서 사용되는 의사 랜덤 부호가 홀수로 구성되며, 1의 수가 0의 수보다 하나 더 많기 때문이다. 따라서, 이 값은 1인 이상의 사용자가 존재할 경우, 잡음과 같이 자기 자신뿐만 아니라 타 사용자의 성능도 떨어뜨리는 요인이 된다.

의사 랜덤 부호보다 상관특성이 좋고 $\tau \neq 0$ 일 경우에도 상관값이 0이 되는 부호를 사용해야만 보다 좋은 성능을 얻을 수 있을 것이다. 이러한 부호는 하다마드(Hadamard) 부호와 같은 직교 부호이다. 이 하다마드 부호는 각 채널의 구분을 위해 CDMA 통신에서도 사용된다. 하다마드 부호의 생성은 다음과 같이 수행된다.

$$H_{2N} = \begin{Bmatrix} H_N & H_N \\ H_N & \overline{H_N} \end{Bmatrix} \quad (4-2)$$

여기에서 H_N 은 $N \times N$ 하다마드 행렬이다.

4.2 CDMA 인코딩

CDMA 통신의 특징은 사용자 신호가 잡음 레벨 아래로 전송되더라도 통신이 가능하다는 것이다. 즉, 잡음이나 다른 방해 요소들을 이겨내도록 설계된 것이다. 이러한 CDMA의 원리를 디지털 워터마킹에 적용하는 것은 많은 관심의 대상이 되며, 우수한 워터마킹 성능을 얻을 수 있을 것이다.

워터마크는 다음과 같이 2진 형태의 $M \times M$ 행렬로 가정한다.

$$W = \begin{pmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \cdots & w_{1,M} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \cdots & w_{2,M} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ w_{M,1} & w_{M,2} & \cdots & w_{M,M} \end{pmatrix} \quad (4-3)$$

여기에서 $w_{i,j} \in \{0, 1\}$ 이고 $M \times M$ 은 인코딩될 워터마크의 비트 수를 나타낸다. 이 워터마크는 0을 -1로, 1을 +1로 사상시키므로서 $w_{i,j} \in \{-1, 1\}$ 인 워터마크로 변환된다. 이 변환은 워터마크 성능을 더욱 우수하게 만드는 역할을 한다. 마찬가지로 키 역할을 하는 하다마드 행렬로부터 얻어지는 직교 수열도 워터마크와 동일한 방법으로 -1과 1로 사상시켜 변환시킨다.

삽입될 워터마크는 하다마드 수열인 h_1, h_2, \dots, h_M 을 CDMA 인코딩을 수행하여 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$S_{i,j} = w_{i,j} \times H, \quad 1 \leq i \leq M, 1 \leq j \leq M \quad (4-4)$$

여기서, $S_{i,j}$ 는 CDMA 인코딩으로부터 얻어지는 워터마크를 나타낸다.

4.3 CDMA 디코딩과 워터마크 복원

CDMA 통신에서의 신호 복원과 과정과 동일한 방법으로 워터마크가 삽입된 멀티미디어 콘텐츠로부터 워터마크를 복원한다. 이 과정은 워터마크 삽입 알고리즘에 맞추어 수행된다. 일반적으로 CDMA의 원리를 적용한 워터마킹에서는 상관값을 구하여 워터마크의 존재 유무를 판단하게 된다. 그러나 CDMA 통신에서는 이 상관값만으로는 원 신호를 복원할 수 없다. 따라서, CDMA 통신에서는 정합필터(matched filter)나 이와 동일한 값을 얻을 수 있는 상관기(correlator)를 사용한다. 따라서, 본 논문에서는 상관기를 사용하여 워터마크를 복원할 것이고 그림 9에 워터마크를 복원하기 위한 CDMA 디코딩의 상관기를 도시하였다.

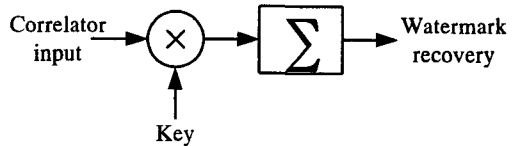


그림 9. 상관기

신호처리나 잡음의 영향을 받은 CDMA 인코딩된 워터마크를 $\widehat{S}_{i,j}$ 라 하면, 추출된 워터마크는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\widehat{w}_{i,j} = \widehat{S}_{i,j} \times H, \quad 1 \leq i \leq M, 1 \leq j \leq M \quad (4-5)$$

제안한 디지털 워터마킹 알고리즘의 저작권 인증 절차를 그림 10에 나타내었다.

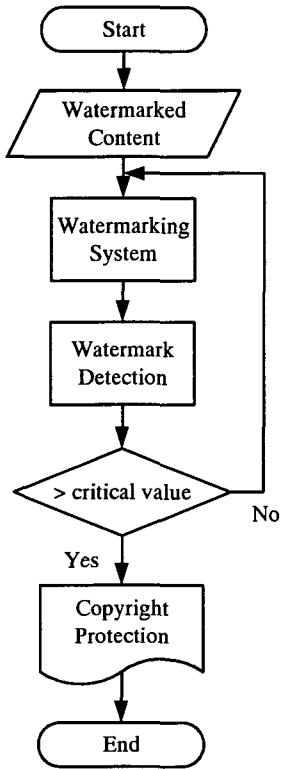


그림 10. 저작권 인증 절차

5. 성능 분석

워터마킹의 비가시성과 강인성을 평가하기 위하여 256×256 그레이 레벨의 Cameraman 표준 영상을 실험 영상으로 선택하였다. Cameraman의 표준 영상과 워터마크를 그림 11에 나타내었다. 워터마크는 64×64 크기의 2진 영상으로 워터마크의 복원에서 영상 처리나 잡음의 영향을 쉽게 알 수 있도록 구성하였다.

그림 12는 워터마크가 삽입된 Cameraman 영상을 나타낸다. 제안한 워터마킹 기법의 강인성을 평가하기 위하여, 영상 처리 및 무선 채널에서 발생하는 랜덤 잡음이 가해진 워터마크가 삽입된 영상들에 대해 워터마크의 일치도를 구하여 분석한다.



(a) 원 영상



(b) 워터마크

그림 10. 원 영상과 워터마크



그림 11. 워터마크 삽입 영상



(a) 40% (b) 60% (c) 75%

그림 12. 축소 영상으로부터 복원된 워터마크

워터마크가 삽입된 Cameraman 영상을 40%, 60% 및 75%로 축소하였을 경우 복원된 워터마크를 그림 12에 나타내었다. 축소에 따라 복원된 워터마크는 각각 원 워터마크의 99.8%, 92.8%, 82.3%의 일치도를 보였다.

45°와 90° 회전시킬 경우에 복원된 워터마크를 그림 13에 나타내었다. 복원된 워터마크는 각각 79.3%와 98.8%의 일치도를 보였다. 0°~90°회전시킨 경우에는 45° 회전에서 성능이 가장 낮게 나타났으며, 특히 90° 회전시킨 경우에는 워터마크의 모서리 부분의 복원이 어렵다는 것을 알 수 있었다.



(a) 45° (b) 90°

그림 13. 회전 영상으로부터 복원된 워터마크

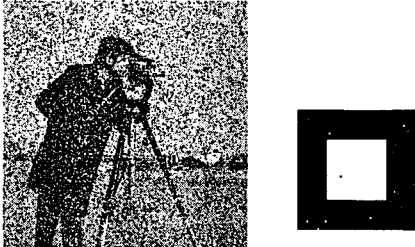
JPEG 손실압축에서도 제안한 워터마킹 시스템이 강인하다는 것을 알아보기 위해서 압축율을 0%~90%까지 변화시키면서 실험하였다. 그림 14는 0%, 40% 및 90% JPEG 손실 압축을 수행한 다음, 복원한 워터마크로서 각각 100%, 87.9% 및 79.3%의 일치도를 얻을 수 있었다.



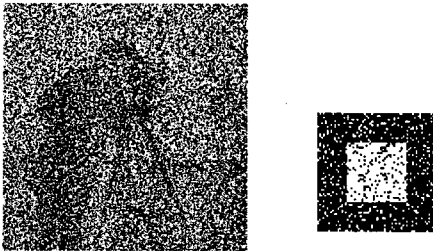
(a) 0% (b) 40% (c) 90%

그림 14. JPEG 손실 압축으로부터 복원된 워터마크

무선 네트워크나 방송 중에 빈번히 발생하는 랜덤 잡음을 첨가한 워터마크 삽입 영상과 복원된 워터마크를 그림 15에 나타내었다. 그림에는 잡음전력밀도가 각각 0.4와 0.7로 첨가된 영상으로, 각각 99.8%와 86.2%의 워터마크 일치도를 보인다.



(a) 0.4



(b) 0.7

그림 15. 랜덤잡음이 첨가된 영상과 복원된 워터마크

6. 결 론

본 연구에서는 모바일 콘텐츠의 저작권 보호를 위하여 모바일 환경에 강인한 디지털 워터마킹 기법을 제안하였다. 모바일 채널은 유선 채널과는 달리 열악하기 때문에 수신되는 신호의 크기가 현저히 떨어져 에러를 발생시킨다. 즉, 모바일 채널의 경로손실 및 다중경로 페이딩 특성과 더불어 수신기에 존재하는 잡음, 다른 모바일 사용자들의 간섭이 서비스되는 모바일 콘텐츠들에 영향을 주게된다. 따라서, 적어도 10-6의 비트 에러율을 극복할 수 있도록 디지털 워터마킹은 설계되어야 한다. 또한, 모바일 통신에서의 핸드오프는 소프트 핸드오프이므로 모바일 콘텐츠의 서비스가 중단되지 않기 때문에 디지털 워터마킹의 설계에는 영향을 미치지 않는다.

따라서, 모바일 환경과 모바일 통신 시스템의 특성을 토대로하여 워터마크를 구성해야 할뿐만 아니라 삽입 방법 및 삽입 부분을 선택해야만 한다는 것을 알았다. 또한 식별 가능한 사용자의 개인 정보를 이용하여 워터마크를 구성하여 주파수 영역에서 워터마크를 삽입하는 워터마킹 기법을 제안하였다.

본 논문에서 제안한 모바일 콘텐츠 보호 시스템은 CDMA 알고리즘을 적용함으로써 PSNR이 90.31 dB로

비가시성을 만족하며, 몇몇 처리와 잡음하에서도 워터마크의 복원이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 또한, 무선 채널을 통해 모바일 콘텐츠를 전송할 경우나 방송의 경우에 빈번히 발생하는 랜덤 잡음에 매우 강하다는 것을 알 수 있었다. 따라서 제안한 모바일 콘텐츠 보호 시스템은 모바일 환경에 적합하다.

참 고 문 헌

- [1] F. Hartung, F. Ramme, "Digital rights management and watermarking of multimedia content for M-commerce applications," IEEE Communications Magazine, vol. 32, no. 11, pp. 78-84, Nov. 2000.
- [2] F. Yanmei, H. Jiwu and Y. Q. Shi, "Image watermarking algorithm applying CDMA," in Proceedings of the 2003 International Symposium on Circuits and Systems, vol. 2, pp. 948-952, May 2003.
- [3] T. Kohda, Y. Ookubo and K. Shinokura, "Digital watermarking through CDMA channels using spread spectrum techniques," IEEE Sixth International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications, vol. 2, pp. 671-674, Sept. 2000.



김 항 래

청주대학교 공학사
청주대학교 공학석사
충북대학교 공학박사
현재 SK C&C 통신기술연구소
전임연구원



박 영

청주대학교 공학사
청주대학교 공학석사
청주대학교 공학박사
현재 충북과학대학
정보통신학과 조교수



조 남 형

1990 : 청주대학교 전자공학과 졸업
1992 : 청주대학교 전자공학과
대학원 졸업(공학석사)
2000 : 청주대학교 전자공학과
대학원 (박사수료)

2000 ~ 현재 : 주성대학 로봇완구과 조교수
(주)ULSSO-HITECH 부사장(산학공영업체)

※관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전