

움직임벡터의 변경 최소화 기법을 이용한 블라인드 비디오 워터마킹 기반의 문자 정보 은닉 기법

정희원 강경원*, 유태경**, 정태일***, 박태희****, 김종남**, 문광석**^o

ASCII data hiding method based on blind video watermarking using minimum modification of motion vectors

Kyung-won Kang*, Tae-kyung Ryu**, Tae-il Jeong***, Tae-hee Park****,
Jong-nam Kim**, Kwang-seok Moon** *Regular Members*

요약

최근 디지털 방송의 발달과 인터넷 보급으로 인해 디지털 데이터의 저작권 보호를 위한 디지털 워터마킹에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 저작권 보호 뿐만 아니라 자막이나 인물 소개, 배경 음악에 대한 정보 등 유용한 정보를 은닉하면서 화질 열화를 최소화하기 위하여 움직임벡터의 변경 최소화 기법을 제안한다. 제안한 방법은 매크로블록에서 구한 정보와 워터마크 정보를 비교하여 특성 벡터를 추출하고, 이에 따라 비트의 반전 여부를 결정함으로써 움직임 벡터의 변경을 최소화한다. 따라서 기존의 움직임벡터 기반의 비디오 워터마킹 기법에 비해 화질 열화가 최소화될 수 있다. 또한 삽입 정보에 대한 무결성을 제공하며, 워터마크를 매우 간단히 검출할 수 있고, 원 영상이 필요없는 블라인드 워터마킹이 가능하다. 그리고 기존의 비디오 스트림의 형식이 변경되지 않으므로 기존의 MPEG-1, -2 표준과 호환성이 뛰어나다. 본 논문은 실험 결과 기존의 방법에 비해 0.5~1.5 dB 화질이 향상됨을 확인할 수 있었다.

Key Words : Video Watermarking, Blind Watermarking, Motion Vector, Adaptive Threshold, Re-Estimation

ABSTRACT

With the advancement of the digital broadcasting and popularity of the Internet, recently, many studies are making on the digital watermarking for the copyright protection of digital data. This paper proposes the minimum modification method of motion vector to minimize the degradation of video quality, hiding subtitles of many language and information of OST(original sound track), character profiles, etc. as well as the copyright protection. Our proposed algorithm extracts feature vector by comparing motion vector data with watermark data, and minimize the modification of motion vectors by deciding the inversion of bit. Thus the degradation of video quality is minimized comparing to conventional algorithms. This algorithm also can check data integrity, and retrieve embedded hidden data simply and blindly. And our proposed scheme can be useful for conventional MPEG-1, -2 standards without any increment of bit rate in the compressed video domain. The experimental result shows that the proposed scheme obtains better video quality than other previous algorithms by about 0.5~1.5dB.

※ 이 논문은 2006년도 부경대학교 연구년 교수지원에 의하여 연구되었음.

* 홈캐스트 기술연구소 MF개발팀(kangkw@pknu.ac.kr) ** 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부(moonks@pknu.ac.kr)(^o : 교신저자)

*** 동명대학교 정보통신공학과 **** 동명대학교 메카트로닉스공학과

논문번호 : KICS2006-09-400, 접수일자 : 2006년 9월 27일, 최종논문접수일자 : 2007년 1월 15일

I. 서 론

최근 인터넷의 보급과 네트워크 인프라가 향상됨에 따라 디지털 미디어들은 영상 및 오디오 뿐만 아니라 자막이나 인물에 대한 소개, 배경 음악에 대한 정보, 배경 정보나 장소 정보 등 다양한 문자 정보를 포함하는 인터랙티브(interactive) 서비스로 발전하고 있다. 그러나 이러한 디지털 미디어는 화질의 열화없이 간편하게 불법 복제 및 편집, 저장 및 분배가 용이하며, 해킹 등 각종 정보화의 역기능에 취약한 구조를 가지고 있다. 이로 인해 현재 디지털 미디어의 저작권 보호와 다양한 정보의 은닉을 위한 디지털 워터마킹에 관한 알고리즘 개발이 활발히 연구되고 있다.

디지털 워터마킹은 의미 있는 정보를 삽입하여 원 정보를 보호하기 위한 기법으로서, 눈에 보이는 식별 가능한 가시적인 워터마킹(visible watermarking) 기술과 비가시적인 워터마킹(invisible watermarking) 기술로 나눌 수 있다. 가시적인 워터마킹 기술이란 원본에 저작권 정보를 추가하여 사용자가 무단으로 저작권 정보를 지울 수 없도록 할 수는 있으나, 원본의 가치를 보존하기 어렵다는 단점이 있다. 반면 비가시적인 워터마킹 기술은 눈에 보이지 않기 때문에 원 작품을 훼손시키지 않고 저작권을 보호할 수 있다는 장점이 있으나, 이미지에 전자적인 조작을 가할 경우 원본이 망가지거나 인쇄 및 복사 등의 과정에서 변형될 우려가 있다. 또한 워터마킹은 응용 목적에 따라 삽입된 정보가 여러가지 공격에 대해 강인한 노버스트 워터마킹(robust watermarking)과 이와는 달리 인증과 정보 무결성을 보장하기 위해 사용되는 프래질/세미 프래질 워터마킹(fragile/semi-fragile watermarking)으로 분류할 수 있다^{1,2}

비디오 워터마킹은 일반적인 디지털 워터마킹이 갖는 비가시성(invisibility)과 강인성(robustness)을 가져야 할 뿐만 아니라, 기존의 동영상 압축 표준들과 호환성을 유지해야 한다. 또한 실시간 처리 및 원본없이 검출이 가능한 블라인드 워터마킹이 가능해야 한다. 이러한 비디오 워터마킹에 관한 연구는 공간상의 원 비디오에서 수행하는 방법, MPEG 부호화 과정에서 수행하는 방법, 비트스트림에서 수행하는 방법으로 분류할 수 있다. 원 비디오에서 워터마킹하는 방법은 화질 열화가 발생하기 쉽다³⁻⁵. 반면 DCT 계수를 조작하여 워터마킹하는 방법은 MPEG 부호화의 DCT 혹은 양자화 과정에서 워터

마크를 삽입하기 때문에 부호기가 변형되어야 한다⁶⁻⁸. 따라서 이 방법은 기존의 표준들과 호환성이 떨어진다. 또한 비트스트림에 워터마킹하는 방법은 기존의 방법과 호환성을 유지하기 위해 삽입되는 워터마크의 양이 제한되며⁹⁻¹¹, 움직임벡터에 워터마킹하는 방법은 워터마크 정보에 따라 움직임벡터 값을 최소의 오차 단위만큼 변경함으로써 구현할 수 있다¹²⁻¹⁴. 이 방법은 비트스트림을 변경하지 않기 때문에 기존의 표준들과 호환성이 우수하며, 스트림의 증가없이 삽입할 수 있어 최근 많이 연구되고 있다.

따라서 본 논문에서는 저작권 뿐만 아니라 유용한 텍스트 정보를 은닉하면서 화질 열화를 최소화하기 위해 워터마크를 이용한 문자 정보 은닉 방법을 제안한다. 제안한 방법은 삽입 정보에 대한 무결성을 제공할 뿐만 아니라, 비가시성을 향상시키기 위해 움직임벡터의 변경 최소화 기법을 이용하여 블라인드 비디오 워터마킹을 수행한다. 또한 비트스트림 형식은 기존의 압축 표준들과 동일하기 때문에 호환성이 뛰어나는 뿐만 아니라, 간단한 특성 벡터를 통한 검출로 인해 빠른 삽입과 검출이 가능하며, 전송시 발생하는 비트 오류에 대해서도 강인하다. 본 논문의 구성으로는 2장에서 기존의 움직임벡터 기반 비디오 워터마킹에 대하여 설명하며, 3장에서는 제안한 비디오 워터마킹 기법에 대해 설명한다. 또한 4장에서는 기존의 방법과 제안한 방법의 성능을 실험을 통해 비교하며, 5장은 결론과 향후 과제에 대하여 언급한다.

II. 기존의 움직임 기반 비디오 워터마킹

동영상 압축 표준에서 다수의 프레임 내에 존재하는 움직임벡터는 시간적 중복성을 제거하기 위한 효과적인 도구일 뿐만 아니라, 워터마크를 삽입하기 위한 효과적인 요소이다. 이러한 방법들은 기존의 동영상 압축 표준들과 호환성이 우수하며, 비트스트림의 증가없이 워터마킹이 가능하기 때문에 최근 움직임벡터를 이용한 워터마킹 방법들이 많이 연구되고 있다.

Zhongjie 등¹³은 식 (1)의 $\text{mod}(x, 2)$ 연산을 통해 4가지로 분류되는 ρ_d 에 따라 움직임 벡터의 수평 및 수직 성분에 워터마크 정보를 삽입하는 방법을 제안하였다. 즉, $\rho_d = 3$ 인 경우는 움직임 벡터를 변경하지 않으며, $\rho_d = 1$ 또는 $\rho_d = 2$ 인 경우는 검출 시 $\rho_d = 0$ 가 되도록 움직임 벡터의 수평 또는 수직

성분값을 변경한다. 또한 $\rho_d = 0$ 인 경우에는 워터마크를 삽입한다. $\rho_d = 0$ 일 때, 삽입하는 워터마크의 정보가 0인 경우는 움직임 벡터의 수평 성분 값을 변경하고 검출시 $\rho_d = 1$ 이 되도록 설정한다. 또한 워터마크의 정보가 1인 경우는 움직임 벡터의 수직 성분 값을 변경하고 검출시 $\rho_d = 2$ 가 되도록 설정한다. 이 방법은 워터마크가 삽입되지 않는 $\rho_d = 1$ 또는 $\rho_d = 2$ 인 경우에도 블라인드 검출을 위해 움직임 벡터를 변경시켜야 하므로 비가시성이 저하되는 단점이 있다.

$$\rho_d = 2 \cdot \text{mod}(2v_i, 2) + \text{mod}(2h_i, 2) \quad (1)$$

Zhang 등^[14]은 인간 시각적 특성을 고려하여 움직임이 큰 매크로 블록에 대해 움직임벡터의 수평 성분과 수직 성분의 크기 비고를 이용하여 워터마킹을 삽입하는 방법을 제안하였다. 움직임이 큰 매크로 블록은 움직임 벡터의 크기값과 미리 설정된 임계값의 비교를 통해 구해질 수 있다. 삽입 과정은 삽입되는 워터마크의 정보에 따라 움직임 벡터의 수평 또는 수직 성분들 중 큰 값을 갖는 성분을 $\text{mod}(x, 2)$ 연산을 수행하여 나온 결과값과 일치하도록 움직임벡터를 수정하여 구현한다. 만약 움직임벡터의 성분의 크기가 같은 경우는 두 성분 모두 증가시켰다. 이 방법은 시각적 특성을 고려하여 워터마크 정보가 삽입될 수 있다는 장점은 있으나, 워터마크의 정보에 따라 3가지 분류에 의해 삽입되어 움직임벡터가 변경될 확률이 1/2 이상이 되는 단점이 있다. 또한 임계값도 임의로 설정되어 워터마크 정보의 삽입을 보장할 수 없다는 문제점이 있다.

III. 제안한 비디오 워터마킹

기존의 움직임벡터 기반 워터마킹 기법은 삽입을 원하는 워터마크 정보와 매크로블록에 대한 움직임 벡터를 비교한 후 같지 않을 경우 움직임벡터의 크기 값을 변경함으로써 워터마크의 삽입을 수행한다. 그러나 이러한 움직임벡터의 변경으로 인해 영상의 화질이 저하되므로 비가시성이 떨어진다. 따라서 본 논문에서는 데이터를 은닉하되, 은닉된 데이터에 의해 발생하는 화질의 열화를 최소화하기 위한 방법을 제안한다. 은닉 데이터는 각국의 언어 자막과 OST(original sound track), 등장 인물의 프로필 등이며, 움직임벡터의 변경으로 인한 비디오 화질의 저하를 최소화하기 위해 메시지 코딩과 특성 벡터

를 사용한다. 본 논문에서 사용한 움직임 벡터는 반화소 단위이며, 충분한 정보를 삽입하기 위해 모든 움직임벡터에 워터마크를 삽입한다. 삽입된 워터마크는 1-byte인 8비트 ASCII 코드 데이터이다.

3.1 워터마크 생성

8비트로 구성된 하나의 문자 정보는 직교성을 갖는 Hadamard 비트열 $w = \{w_i\}$ 로 변환하여 수행한다. Hadamard 비트열^[15-16]은 각각의 비트열이 서로 직교성을 갖는 랜덤 비트열로 구성되어 있다. 따라서 전송 에러에 의해 발생할 수 있는 오류에 대해 강인성을 가질 뿐만 아니라, 삽입시 발생할 수 있는 화질의 열화를 최소화 할 수 있다. 이때 8비트를 하나의 Hadamard 비트열로 변경하기 위해서는 $256(=2^8)$ 비트열이 필요하므로 본 논문에서는 필요한 Hadamard 비트열의 크기를 줄이기 위해 상위 4비트와 하위 4비트로 나누어 2개의 $16(=2^4)$ 비트로 구성된 Hadamard 비트열로 구성한다. 제안한 방법에서 8비트 ASCII 데이터인 1-byte 데이터의 생성과 삽입 과정을 그림 1에 나타내었다.

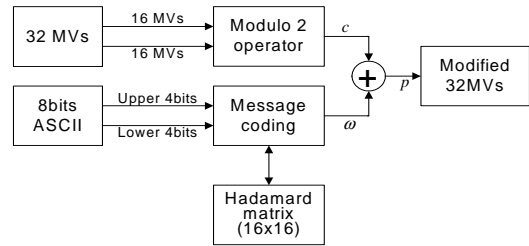


그림 1. 1-바이트 데이터 생성 및 삽입 과정

3.2 워터마크 삽입

워터마크를 삽입하기 위한 첫 번째 단계는 그림 1과 같이 8비트 ASCII 데이터(1-byte)를 삽입하기 위해 매크로 블록(MB)을 가져오는 것이다. 이때 선택한 32개의 매크로블록은 모든 매크로블록 가운데 움직임 벡터가 있는 블록만을 순차적으로 선택한 것이다. 또한 삽입하고자 하는 8비트 ASCII 데이터를 2개의 16비트로 구성된 Hadamard 비트열로 구성하였으므로, 움직임 벡터를 상위 16개, 하위 16개로 나누어 구성하였다. 이때 매크로 블록의 움직임 벡터(MV: Moving Vector)를 (h_i, v_i) 라 할 때, 움직임 성분 벡터 c는 식 (2)와 같이 정의된다.

$$c_i = \text{mod}(ABS(2h_i) \oplus ABS(2v_i), 2) \quad (2)$$

여기서 $\text{mod}(X, 2)$ 는 2에 관한 X의 모듈러 연산을

의미하며, \oplus 는 exclusive OR 연산을 의미한다. 또한 본 논문에서 고려한 움직임 벡터는 반화소이므로 움직임 벡터를 정수로 만들기 위해 각각 2를 곱하였다.

워터마크를 삽입하기 위한 두 번째 단계는 매크로 블록에 비트열 정보를 삽입하는 과정이다. 제안한 방법은 움직임벡터의 변경을 최소화하기 위해 사전에 움직임벡터가 어느 정도 변경될 것인가를 조사하는 전처리 과정으로서 식 (3)의 논리합을 이용해 특성 벡터 \mathbf{p} 를 구한다. 특성 벡터는 움직임 벡터의 변경 유무를 결정하는 벡터로써, 문자 정보를 갖는 Hadamard 비트열 \mathbf{w} 와 식 (3)에 구한 비트열 \mathbf{c} 와의 일치 여부를 비교하여 구한다. 일치여부는 식 (3)과 같이 exclusive OR 연산에 의해 수행되며, 이는 특성벡터가 움직임벡터의 변경 여부를 결정함을 의미한다.

$$\mathbf{p} = \mathbf{w} \oplus \mathbf{c} \quad (3)$$

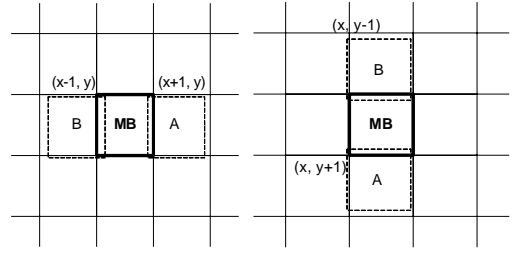
만일 특성 벡터 \mathbf{p} 가 0이라면 \mathbf{w} 와 \mathbf{c} 가 동일하므로 움직임 벡터를 변경하지 않는다. 즉 워터마크 삽입 원리는 특성 벡터가 1일 때 움직임벡터를 변경하는 것이다. 그러나 움직임벡터의 변경은 화질 저하를 초래하므로 본 논문에서는 식 (4)와 같이 움직임 성분 벡터 \mathbf{c} 의 역을 이용하여 움직임벡터의 변경을 최소화하도록 특성벡터를 만든다.

$$\mathbf{q} = \frac{1}{32} \sum_{i=0}^{31} w_i \oplus c_i \quad \begin{cases} \mathbf{q} \leq 0.5 \rightarrow \mathbf{c} = \mathbf{c} \\ \mathbf{q} > 0.5 \rightarrow \mathbf{c} = \sim \mathbf{c} \end{cases} \quad (4)$$

만일 \mathbf{q} 값이 0.5 보다 크다면 비트열 \mathbf{w} 와 비트열 \mathbf{c} 가 일치하지 않을 확률이 0.5 이상이 되는 경우이고, 움직임 벡터 MV 가 변경될 확률이 0.5 이상임을 의미한다. 이러한 경우 비트열 \mathbf{c} 를 반전시켜 확률을 0.5 미만으로 변경할 수 있다. 따라서 움직임 벡터가 변경될 확률은 항상 0.5 미만으로 설정될 수 있으며, Hadamard 비트열의 특성상 비트가 반전되어도 검출은 가능하다.

특성 벡터의 비트 값이 1인 경우 움직임벡터가 변경되는 과정을 그림 2에 나타내었다. 움직임벡터의 변경은 시각적인 특성과 빠른 처리를 위해 수평 성분과 수직성분 중 크기가 큰 성분을 최소 오차 값만큼 변경시킨다. 변경되는 성분의 값은 움직임벡터의 크기 값을 증가시키기 위해 변경되는 부분이 양의 값인 경우는 그림 2의 A와 같이 단순히 수평 또는 수직 성분을 증가시키며, 음의 값을 갖는 경우

는 그림 2의 B와 같이 수평 또는 수직 성분을 감소시킨다.



(a) 수평성분이 큰 경우 ($\hat{h}_j \geq v_j$) (b) 수직성분이 큰 경우 ($\hat{h}_j \leq v_j$)

그림 2. 워터마킹을 위한 움직임벡터의 변경

3.3 워터마크 검출

워터마크 정보의 검출 과정은 삽입 과정의 역이며, 전체적인 검출 과정은 그림 3과 같다. 먼저 삽입 과정과 같이 각각의 프레임을 일정한 단위의 매크로블록으로 나눈 후 식 (5)를 이용하여 각 움직임 벡터 $MV(\hat{h}_i, \hat{v}_i)$ 에 대해 모듈러 연산을 수행함으로써 워터마크 벡터 $\hat{\mathbf{w}}$ 를 구한다.

$$\hat{w}_i = \text{mod}(ABS(2\hat{h}_i) \oplus ABS(2\hat{v}_i), 2) \quad (5)$$

여기서 벡터 $\hat{\mathbf{w}}$ 는 이미 특성벡터로써 변경된 움직임벡터 \hat{h}_i 또는 \hat{v}_i 이므로 정확하게 은닉된 바이너리 비트열을 의미한다.

벡터 $\hat{\mathbf{w}}$ 를 계산한 후 8비트 ASCII의 은닉된 워터마크 정보를 얻기 위한 메시지 디코딩이 수행된다. 메시지 디코딩 과정은 그림 4와 같다.

여기서 Hadamard[,]는 Hadamard 행렬을 의미하고, $ABS()$ 는 절대값 함수를 의미한다. 워터마크의 검출과정은 식 (5)에 의해 구해진 비트열 $\hat{\mathbf{c}}$ 는 식 (6)을 이용하여 Hadamard의 각 행과 유사성을 측정하여 가장 큰 행을 찾는 과정이다. 삽입과정에서 비트열 \mathbf{c} 가 반전되었을 경우 워터마크로 삽입된

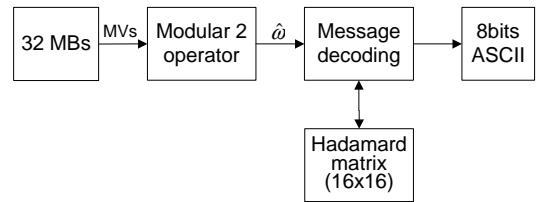


그림 3. 워터마킹 검출의 전체 구조도

Hadamard 순열의 특성에 의해 유사도 값이 음의 최대값을 갖기 때문에 절대값을 구하는 ABS() 함수를 통해 반전 유무에 관계없이 유사성을 구할 수 있다.

$$\text{sim}(\mathbf{H}_i, \hat{\mathbf{c}}) = \text{ABS} \left(\sum_{j=0}^{15} H_{ij} \cdot \hat{c}_j \right) \quad (6)$$

```

program MessageDecoding() {
    Max_L = Max_U = Int.MinValue;
    for(i=0; i<16; i++) {
        sum_L = sum_U = 0 ;
        for(j=0; j<16; j++) {
            sum_L += Hadamard[i,j]*c[j]
            sum_U += Hadamard[i,j]*c[j+16]
        }
        if(ABS(sum_L) > Max_L)
            Max_L = ABS(sum_L) ; Value_L = i ;
        if(ABS(sum_U) > Max_U)
            Max_U = ABS(sum_U) ; Value_U = i ;
    }
    ASCIIData = Value_U << 4 | Value_L ;
}
    
```

그림 4. 제안한 비디오 워터마크 검출 과정

IV. 실험 및 결과

본 논문에서는 제안한 방법의 성능 평가를 위해 기존의 Zhang의 방법과 Zhongjie의 방법을 비교 실험하였다. 실험을 위한 비디오 스트림은 352×240 크기를 갖는 Football, Sliding, Apollo 비디오 스트림의 30프레임을 사용한다. 움직임 벡터를 위한 매크로블록의 크기는 16×16으로 설정하였으며, 탐색 영역은 -15~+15로 설정하였다. 비가시성의 척도는 PSNR을 사용하였으며, 강인성에 대한 척도는 식 (5)의 유사도를 사용하였다. 워터마크 정보는 Hadamard 행렬을 이용하여 16개의 비트열을 생성하였다. 생성된 Hadamard 열은 -1과 1로 된 랜덤 비트 순열로 구성되어 있으나, 워터마크 정보가 0과 1의 비트열이기 때문에 -1은 0으로 대체하였다.

표 1은 실험을 위한 세 영상 스트림의 움직임 벡터(MV) 수, 제안한 방법에 의해 변경된 움직임 벡터의 수, 그리고 삽입된 문자수를 나타낸 것이다. 매크로블록의 수는 660개이며, 16개 비트열은 4비트이다.

그림 5는 실험용 스트림에서 Zhang의 방법, Zhongjie의 방법 그리고 제안한 방법에 의해 워터마크 정보가 삽입된 후의 임의의 한 프레임 영상을 보인 것이다.

표 2는 그림 5의 화질 개선 효과를 정량적으로 보이기 위해 정보가 삽입된 후 프레임의 평균 PSNR을 나타낸 것이다. 각 프레임들은 움직임 벡터 추정과 보상된 프레임들이며, 움직임 보상에 의한 손실은 없다고 가정하였다. 동일한 수의 정보가 삽입될 경우, 제안한 방법은 화질을 열화시키는 움직임벡터의 변경을 최소화함으로써 Zhongjie의 방법에 비해 평균 1.6~3.0dB의 화질 향상을 얻을 수 있으며, Zhang의 방법에 비해 평균 0.5~1.5 dB의 화질 향상을 확인할 수 있었다.

표 3은 1비트 정보 삽입에 따른 움직임벡터의 변경 확률을 나타낸 것이다. 제안한 방법은 워터마크 삽입을 위한 특성 벡터를 사전에 조사하여 하나의 워터마크 정보를 삽입할 경우 변경되는 움직임벡터의 확률을 최대 0.5 이하가 되도록 설정하였고, 실험 결과 평균 0.4의 확률을 가짐을 알 수 있었다. 따라서 제안한 방법에 의해 움직임벡터가 변경될 확률은 평균 0.5를 갖는 Zhang의 방법에 비해 적게 변경된다. Zhongjie의 방법은 워터마크를 삽입하기 전 많은 움직임벡터의 변경이 필요하고, 삽입되는 워터마크 정보보다 더 많은 움직임벡터의 변경이 필요하기 때문에 평균 3.4라는 높은 확률을 나타내었다.

표 1. 352×240 크기의 실험용 스트림의 데이터

Sequences	MV 수	변경된 MV 수	삽입된 문자수
Football	8959	5147	1034
Apollo	9885	7369	2119
Sliding	9689	8115	2485

표 2. 실험용 스트림에 대한 평균 PSNR 비교

Sequences	Zhongjie's method	Zhang's method	Proposed Method
Football	39.711 dB	40.846 dB	41.354 dB
Apollo	35.858 dB	37.099 dB	38.619 dB
Sliding	32.288 dB	34.327 dB	35.326 dB

표 3. 실험용 스트림에 대한 평균 PSNR 비교

Sequences	Zhongjie's method	Zhang's method	Proposed Method
Football	39.711 dB	40.846 dB	41.354 dB
Apollo	35.858 dB	37.099 dB	38.619 dB
Sliding	32.288 dB	34.327 dB	35.326 dB

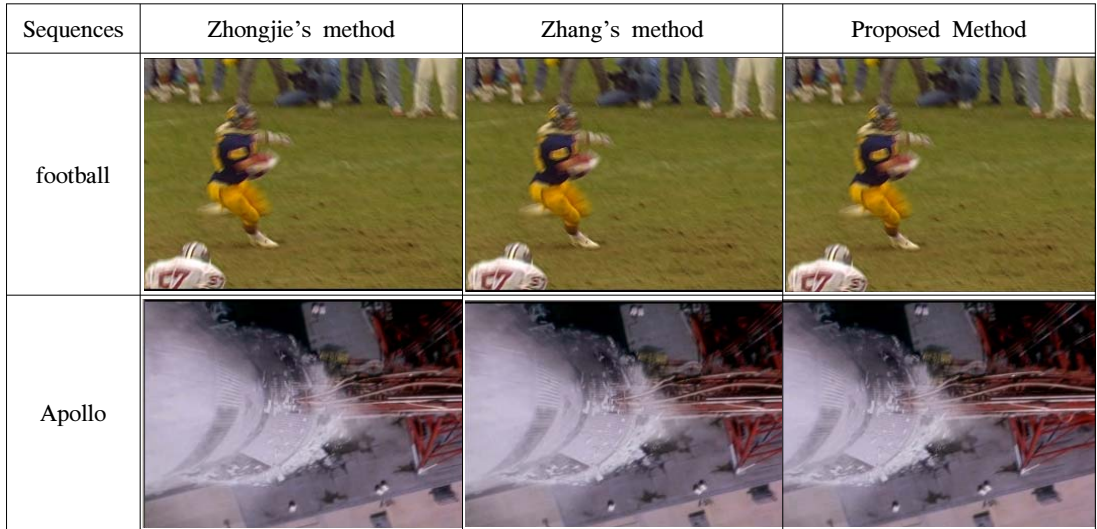


그림 5. 기존의 방식과 제안된 방식에서 워터마크가 삽입된 영상

그림 6은 압축에 따른 평균 PSNR을 비교한 것이다. 그림에서와 같이 고압축시에도 제안한 방법

표 3. 1비트 당 변경되는 평균 움직임벡터의 수

Sequences	Zhongjie's method	Zhang's Method	Proposed Method
Football	3.89 / bit	0.48 / bit	0.40 / bit
Apollo	3.29 / bit	0.51 / bit	0.40 / bit
Sliding	3.09 / bit	0.51 / bit	0.41 / bit

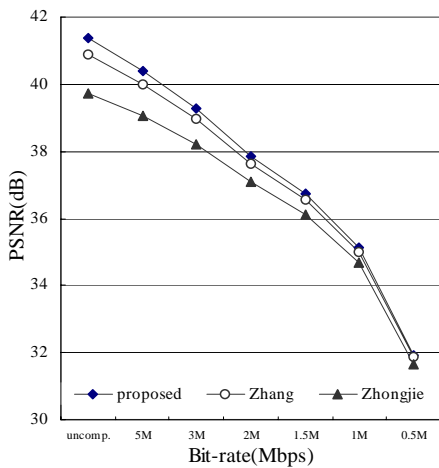


그림 6. 각 비트율에서의 평균 PSNR

이 다른 방법에 비해 화질 면에서 향상됨을 확인할 수 있다.

그림 7은 삽입된 정보에 대해 허가되지 않은 MPEG 재압축 공격에 대한 무결성을 확인하기 위한 실험 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 x축은 다양한 압축율을 나타낸 것이며, y축은 각 압축율에 대한 검출율을 나타낸 것이다. 제안한 방법은 임의의 압축을 수행할 경우 움직임 벡터가 변경되어 삽입된 정보를 잃어버리게 된다. 따라서 다양한 정보를 영상 속에 은닉할 수 있을 뿐만 아니라 재압축과 같은 허용되지 않은 행위에 대해서는 삽입 정보에 대한 무결성을 확인할 수 있었다.

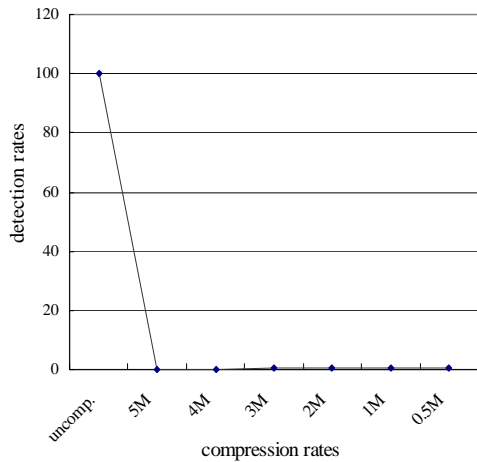


그림 7. 재압축 공격에 대한 삽입 정보의 무결성

V. 결 론

오늘날 디지털 워터마킹은 디지털 정보의 저작권 보호를 위해 필수적으로 필요한 기술로 인식되고 있다. 비디오 워터마킹은 영상에서의 워터마크와는 달리 빠른 워터마크의 삽입 및 검출이 가능하여야 하며, 또한 블라인드 워터마크가 가능해야 한다. 따라서 본 논문에서는 간단한 삽입 조건의 설정을 통해 빠른 워터마킹의 삽입 및 검출이 가능할 뿐만 아니라 블라인드 워터마크가 가능한 압축된 비디오 스트림 상에서 움직임벡터를 이용한 개선된 워터마킹 기법을 제안하였다. 제안한 방법은 간단한 워터마크의 삽입 및 검출 조건을 사용하여 블라인드 워터마크와 빠른 처리가 가능하며, 특성벡터를 이용함으로써 비트 반전을 통한 움직임벡터의 변경을 최소화하여 워터마크 삽입에서 발생할 수 있는 화질 열화를 최소화 하였으며, 주어진 워터마크의 삽입을 보장하기 위해 임계값도 적응적으로 조정하도록 하였다. 실험결과 워터마크 삽입에 따른 움직임벡터의 평균적 변경 확률은 0.4로써 0.5보다는 작은 값을 가지며, 평균 PSNR도 Zhang의 방법에 비해 평균 0.5~1.5dB 향상되었음을 확인하였다. 제안한 방법은 반화소의 움직임벡터를 가정하였으므로 기존의 MPEG-1, MPEG-2에서 사용할 수 있다. 또한 반화소 뿐만 아니라 1/4 화소에도 적용할 수 있으므로 MPEG-4, H.264와 같이 움직임벡터가 있는 모든 응용에서 사용될 수 있다.

참 고 문 헌

[1] J. Cox, J. Kilian, F. T. Leighton, and T. Shamoan, "Secure spread spectrum watermarking for multimedia," IEEE transaction on image processing, vol. 6. no. 12, pp. 1673-1687, December 1997.

[2] D. Kunder, and D. hatzinakos, "Digital watermarking for telltale tamper proofing and authentication," Proceedings of IEEE, vol. 87, no. 7, pp. 1167-1180, July 1999.

[3] Gerbard C. Langelaar, Iwan Setyanwan, Reginald L. Lagendijk, "Watermarking digital image and video data," signal processing magazine, IEEE, vol. 17, pp. 20-46, September 2000.

[4] J. Chae, and B. manjunath, "Data hiding in video," proceedings of the 1999 international conference on image processing, vol. 1, pp.

311-315, October 1999.

[5] M. Barni, F. Bartolini, R. Caldelli, A. D. Rosa and A. Piva, "A robust watermarking approach for raw video," PV2000 10th International Packet Video Workshop in CD-ROM, 2000.

[6] A. Kusanagi, and H. Imai, "A method of watermarking for compressed video," SSCIS, 1999.

[7] D. Ghosh, K. and Ramakrishna, "Watermarking compressed video stream over Internet," APCC, Vol. 2. pp.711-715, 2003.

[8] M. Kutter, F. Jordan, and T. Ebrahimi, "Proposal of a watermarking technique for hiding/retrieving data in compressed and decompressed video," Technical report M2281, ISO/IEC document, JTC1/SC29/ WG11, 1997.

[9] F. Hartung, B. Girod, "Digital watermarking of MPEG2 coded video in the bitstream domain," Proceedings of IEEE ICASSP '97, vol. 4, pp. 2621-2624, April 1997.

[10] Y. Dai, L. Zhang, Y. Yang, "A new method of MPEG video watermarking technology," Proceedings of the ICCT international conference on communication technology, vol. 2. pp. 1845-1847, April 2003.

[11] J. Zhang, H. Maitre, J. Li, L. Zhang, "Embedding watermark in MPEG video sequence," Multimedia signal processing, 2001 IEEE Fourth workshop, pp. 535-540, 2001.

[12] Z. Zhao, N. Yu, X. Li, "A novel video watermarking scheme in compressed domain based on fast motion estimation," Proceedings of the ICCT 2003, vol. 2, pp. 1878-1882, April 2003.

[13] Z. Zhongjie, J. Gangyi, Y. Mei, W. Xunwei, "New algorithm for video watermark," ICSP, vol. 1, pp. 760-763, August 2002.

[14] J. Zhang, J. Li, L. Zhang, "Video watermark technique in motion vector," XIV Brazilian symposium on computer graphics and image processing, pp. 179-182, October 2001.

[15] B. J. Falkowski, Lip-San Lim, Image watermarking using Hadamard transforms, ELECTRONICS LETTERS, Vol. 36, No. 3, 3rd February 2000.

[16] Anthony T. S. Ho, Jun Shen, Andrew K. K. Chow, Jerry Woon, Robust Digital Image-in-Image Watermaking Algorithm Using the Fast Hadamard Transform, IEEE III826~III829, 2003.

강 경 원 (Kyung-won Kang)

정회원



1996년 2월 부경대학교 전자공학과 졸업
1998년 2월 부경대학교 전자공학과 석사
2002년 2월 부경대학교 전자공학과 박사
1998년 3월~1999년 8월 미국

Jackson State University 연구원

2002년 3월~2004년 2월 위덕대학교 멀티미디어 공학과 강의전담교수

2004년 3월~2006년 2월 부경대학교 BK 계약교수

2006년 6월~현재 홈캐스트 기술연구소 MF개발팀

<관심분야> 멀티미디어 통신, 멀티미디어 보안 등

박 태 희 (Tae-hee Park)

정회원



1994년 2월 부경대학교 정보통신공학과 졸업
2006년 2월 부경대학교 전자공학과 석사
1999년 2월 부산대학교 전자공학과 박사수료
1997년 6월~2005년 2월 동명대

학교 정보통신공학과 겸임교수

2006년 3월~현재 동명대학교 메카트로닉스공학과 전임강사

<관심분야> 영상압축, 얼굴 애니메이션 등

유 태 경 (Tae-kyung Ryu)

정회원



1997년 8월 부경대학교 전자공학과 졸업
2000년 2월 부경대학교 전자공학과 석사
2000년 3월~현재 부경대학교 전자공학과 박사과정
<관심분야> 영상신호처리, 멀티

미디어 보안 등

김 종 남 (Jong-nam Kim)

정회원



1995년 2월 : 국립금오공과대학 전자공학과 졸업
1997년 2월 : 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2001년 8월 : 광주과학기술원 기전공학과 박사
2001년 8월~2004년 2월 KBS 기

술연구소 연구원

2004년 4월~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수

<관심분야> 영상신호처리, 멀티미디어 보안 등

정 태 일 (Tae-il Jeong)

정회원



1994년 2월 부경대학교 전자공학과 졸업
1997년 2월 부경대학교 전자공학과 석사
2001년 2월 부경대학교 전자공학과 박사
2000년 3월~현재 동명대학교 정

보통신공학과전임

<관심분야> 신호처리, 멀티미디어 통신 등

문 광 석 (Kwang-seok Moon)

정회원



1979년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업
1981년 2월 경북대학교 전자공학과 석사
1989년 2월 경북대학교 전자공학과 박사
1988년 1월~12월 일본 동경대

학교 공학부 연구원

1997년 8월~1998년 7월 미국 Jackson State University 객원교수

1990년 3월~현재 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 교수

<관심분야> 영상신호처리, 적응신호처리 등