

# 움직임 정보 피드백이 가능한 응용을 위한 BER모델을 이용한 고속 분산 비디오 복호화 기법

## Fast Distributed Video Decoding Using BER model for Applications with Motion Information Feedback

김만재, 김진수

한밭대학교 정보통신전문대학원 멀티미디어공학과

Man-Jae Kim(iamclout@gmail.com), Jin-soo Kim(jskim67@hanbat.ac.kr)

### 요약

분산 비디오 부호화 기법은 우수한 비트율-왜곡 성능을 달성하기 위해 패리티 비트 제어용으로 피드백 채널을 필요로 하고 있다. 그러나 이 방법은 분산 비디오 부호화기법에서 매우 높은 복호화 지연을 야기한다. 실시간 환경에 구현하고 상용화를 촉진하기 위해서, 많은 연구가 고속 복호화 알고리즘 개발에 집중되어 오고 있다. 실시간 구현의 한 방법으로서 본 논문에서는 복호화기에서 부호화기측으로 움직임 정보와 같은 부호화 통계 특성을 제공할 수 있는 응용 환경에 적합한 새로운 분산 비디오 부호화 기법을 다룬다. 즉, 본 논문에서는 보조 정보 생성시에 얻어지는 움직임 정보를 피드백함으로써 복호화 속도를 개선하기 위한 고속 분산 복호화 방식을 제안한다. 모의실험을 통하여, 제안 방식은 기존의 고속 분산 복호화 방식들보다 우수함을 보인다.

■ 중심어 : | 고속 분산 비디오 복호화 | 움직임 정보피드백 | 고속 복호화 | BER 모델 |

### Abstract

DVC (Distributed Video Coding) techniques need feedback channel for parity bit control to achieve the good RD performances, however, this causes the DVC system to have high decoding latency. In order to implement in real time environments and to accelerate commercializations, many research works have been focusing on the development of fast video decoding algorithm. As one of the real time implementations, this paper deals with a novel DVC scheme suitable for some application areas where source statistics such as motion information can be provided to the encoder side from the decoder side. That is, this paper propose a fast distributed video decoding scheme to improve the decoding speed by using the feedback of motion information derived in SI generation. Through computer simulations, it is shown that the proposed method outperforms the conventional fast DVC decoding schemes.

■ keyword : | Fast DVC | Motion Information Feedback | fast Fecoding | BER Model |

## I. 서론

ISO/IEC MPEG과 ITU-T H.264 등과 같이 부호화기

에서 높은 복잡도가 요구되는 기존의 동영상 압축 기법들은 하향링크 방식의 방송 통신 시스템에 적합하게 설계되었기 때문에 무선 환경, 센서 환경, 다시점 영상 획득

\* 본 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(No.2012-0007680)

접수번호 : #120917-001

접수일자 : 2012년 09월 17일

심사완료일 : 2012년 11월 07일

교신저자 : 김진수, e-mail : jskim67@hanbat.ac.kr

등 등의 응용 환경에서 안정적인 서비스에 어려움이 있다. 그래서 이러한 낮은 복잡도의 응용환경을 위한 부호화기법에 대한 관심이 증대되고 있으며, 이론적인 근거와 원리로서 분산 비디오 압축 (DVC: Distributed Video Coding)기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 분산 비디오 압축 기법은 U.C. Berkeley[1]와 Stanford Univ.[2]에서 제안된 구조를 기본으로 연구가 진행되어 왔고, EU의 DISCOVER[3] 프로젝트에서 워너-지브(WZ) 비디오 부호화 방식에 대한 새로운 연구가 진행되었다.

분산 비디오 부호화 기법은 크게 변환영역과 화소영역 기법이 있으며, 가장 간단한 화소영역 분산 비디오 코덱 구조는 [그림 1]과 같이 주어진다. 여기서, 비디오 영상을 키(Key) 프레임과 워너-지브(WZ) 프레임으로 분리하여 부호화한다. 키 프레임은 주로 H.264 등의 복잡도가 낮은 화면 내 부호화 기법(Intra Coding)을 이용하여 채널을 통해 전송하고, 워너-지브 프레임은 양자화한 후에 Slepian-Wolf 방식으로 입력영상을 LDPC코드 (Low Density Parity Check), LDPCA(Low Density Parity Check Accumulated)코드에 의해 채널 부호화하여 발생하는 패리티 비트를 버퍼에 저장하여 두었다가 수신측의 요구에 따라 전송한다.

부호화기로 부터 전송받은 키 프레임을 복호화하여 프레임 메모리에 저장하여 두었다가, 이러한 복호화된 영상 정보를 이용하여 워너-지브 프레임에 대한 근사

치에 해당되는 보조정보 (Side Information)를 생성한다. 보조정보는 프레임을 보간하는 방식을 통해 생성되지만 실제의 원 영상 WZ 프레임에 대한 근사치이며, 차이를 포함하게 된다. 이 차이는 가상채널잡음(virtual channel noise)이라고 하며, 이 가상채널잡음은 송신측에서 전송해오는 패리티 비트를 이용하여 정정하게 된다. 가상채널잡음의 양이 많으면 수신측은 피드백 채널을 이용하여 계속해서 더 많은 패리티 비트를 요구하게 되고, 받은 패리티 비트로 가상채널잡음의 정정이 완료되면, 패리티 비트의 수신을 더 이상 하지 않는다. 이와 같은 과정을 통하여 보조정보의 가상채널잡음이 정정될 때까지 반복적인 연산을 수행하며, 이 부분이 분산 비디오 복호화 전체 복잡도 중 절반 이상을 차지하고 또한 매우 연산량을 필요로 하기 때문에 효과적인 패리티 비트 요구량을 예측하는 방식은 분산 비디오 복호화의 고속화를 위해 반드시 필요하다.

고속 분산 비디오 복호화에 대해 기존에 많은 연구가 진행되고 있다. 대표적으로 경관정 출력(HDA: Hard Decision Aided)[5]방식은 피드백 채널을 이용하여 반복적인 연산을 수행하는 방식에 기초하고, 매번 패리티 비트를 수신하여 처리한다. 하지만 영상에 따라 적용하는 경관정 출력이 다르기 때문에, 안정적인 성능을 위해 적응적 HDA 방식으로 고안되었다[6]. 그러나 이러한 방법은 패리티 비트 요구량에 대해 성능을 크게 개선시킬 수 없는 한계를 갖는다. 그 외에 주파수 영역에

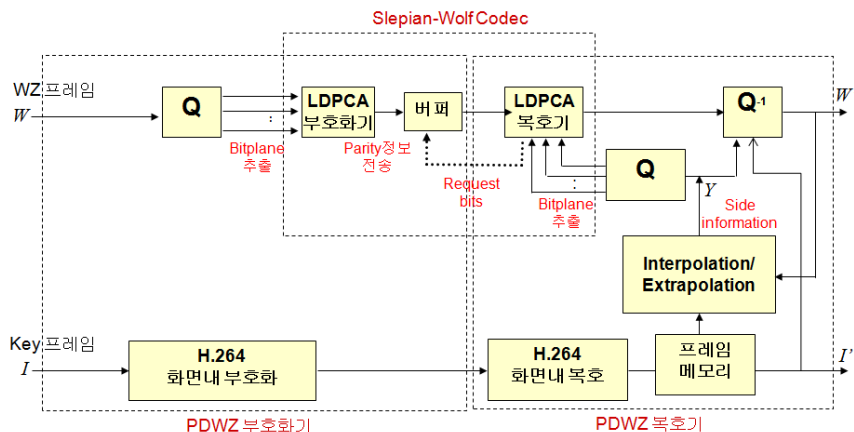


그림 1. 화소영역 워너-지브 비디오 코덱의 구조[2]

서 시간적인 상관도와 비트 플레인 간 상관도를 이용하여 패리티 비트 요구량을 예측하는 방식이 제안되었다 [7]. 또한, 주파수 영역에서 각 비트 플레인이 하나의 LDPCA 프레임에 위치시키는 특성을 이용한 방식은 영상의 시공간적인 특성을 고려할 수 없는 단점이 있다. 최근에는 화소영역에서 단일 비트 플레인을 몇 개의 LDPCA 프레임으로 나누어 프레임의 공간적, 시간적 그리고 시공간적 상관도에 기반 한 고속 분산 비디오 부호화 방식이 제안되었다[8]. 이 방식은 시간적, 공간적 상관도가 높은 영상의 시공간적인 특성을 고려했기 때문에 빠른 고속화가 가능하지만 예측된 요구량의 오류가 누적되는 현상이 발생하였다.

한편, 분산 비디오 부호화기와 복호화기는 매우 근거리에 위치하는 단말기와 서버 형태로 서비스가 가능한 형태로 제공될 수 있다. 이와 같은 응용환경에서는 복호화기에서 보조정보 생성시에 얻어지는 움직임 정보를 부호화기로 전송하는 것이 가능하고, 부호화기는 이러한 정보를 이용하여 복호화기에 가상채널잡음의 양의 크기를 전송하는 것이 가능해진다. 본 논문에서는 이와 같은 응용환경에 적합한 고속 분산 비디오 부호화 방식을 제안한다. 모의실험을 통하여 기존에 제안된 다양한 고속화 방식에 비해 매우 효율적인 방법이 될 수 있음을 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 LDPCA 복호화 과정에 대해 설명하고, 기존에 제안된 대표적인 패리티 요구량 예측 방식인 적응적 경관정 출력 방식, 패리티 요구량 예측을 이용한 공간적, 시간적, 시공간적 상관도를 이용한 패리티 요구량 예측 방식등에 대해 설명하고, III장에서는 움직임 정보 피드백을 이용한 분산 비디오 코덱 장치의 동작방식을 설명하고, 이러한 환경에 효과적인 패리티 비트 요구량 예측 방식을 제안한다. IV장에서는 모의실험을 통해 기존의 방식과 제안 방식의 성능을 비교하고, V장에서 결론을 맺는다.

## II. LDPCA 복호화 및 기존의 고속화 방식

LDPCA의 채널 복호 방식은 채널 상의 LLR(Log Likelihood Ratio)값을 계산하고 계산된 결과 값을 복호

화기에 연판정 입력(SDF:Soft Decision Input)한다. LLR을 계산하는 방식은 식(1)과 같다.

$$LLR = \log \left\{ \frac{p(x=0|Y)}{p(x=1|Y)} \right\} \quad (1)$$

키 프레임을 이용하여 생성된 보조정보 Y에 대해  $p(x=0|Y)$ 는 채널을 통해 복호화된 x가 0일 조건 확률이다. LLR을 통해 연판정 입력된 후 복호화기의 신뢰전파(belief propagation) 과정을 통해 연속적인 계산을 하게 된다. 그 결과로 연판정 출력(Soft Decision Output)을 하게 되고, 출력된 값으로 BER(Bit Error Rate)을 결정하게 된다. BER이 만족할만한 낮은 값이 될 때까지 부호화기에서 채널을 통해 전송된 CRC(Cyclic Redundancy Code) 값과 비교하게 되며, 만족하지 못하면 피드백 채널을 이용하여 반복적으로 패리티 비트를 추가 전송 받게 된다. 반복적인 구조의 LDPCA코드의 복호 과정에서 패리티 비트 요구량 예측을 통해 채널 복호화 과정의 복잡도를 줄이기 위해 여러 가지 방식들이 제안되었다[6].

영상은 일반적으로 상위에서 하위 비트 플레인으로 갈수록 노이즈가 증가하는 특성을 이용하여 참오문헌 [7]에서는 주파수 영역에서 패리티 비트 요구량을 예측하는 방식을 제안하였고 그 식과 방법은 다음과 같다.

$$E_t^{b,k} = \frac{(R_{t-1}^{b,k} + R_t^{b,k+1})}{2} \quad (2)$$

식에서 b는 주파수 대역, k는 비트 플레인, t는 프레임을 나타낸다.  $E_t^{b,k}$ 는 현재 프레임의 초기 패리티 비트 요구량으로 이전 프레임의 동일 위치 비트 플레인의 동일 주파수 대역의 패리티 비트 요구량( $R_{t-1}^{b,k}$ )과 현재 동일 주파수 대역의 상위 비트플레인의 패리티 비트 요구량( $R_t^{b,k+1}$ )의 평균값으로 결정된다. 위와 같은 방식은 주파수 영역에서 제안되었기 때문에 시간적 공간적인 상관성이 크고, 또한 비트 플레인 별 잡음의 차이가 심한 화소 영역 분산 비디오 부호화(PDWZ)에 적용하기에는 어려움이 있다.

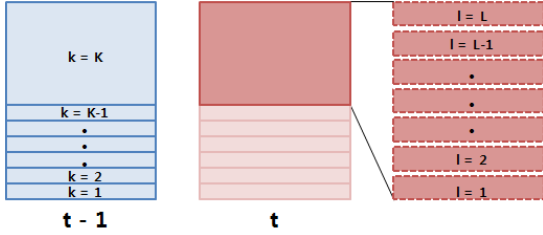


그림 2. PDWZ의 프레임(t), 비트 플레인(k), LDPCA프레임(l)의 계층적 구조도[8]

[그림 2]는 t-1번째와 t번째 프레임을 각 비트 플레인으로 분할한 것과 각 비트 플레인은 L개의 LDPCA 프레임으로 분할된 구조적인 그림이다. 이 구조를 이용하여 화소 영역에서 시간적 상관성과 공간적 상관성을 이용한 패리티 비트 요구량 예측방식이 제안되었다[8].

첫 번째는 시간적 상관성을 이용한 예측기법으로 화소영역에서 LDPCA프레임의 패리티 비트 요구량은 서로 상관도가 높으며, 각 LDPCA프레임의 패리티 비트 요구량은 비트 플레인 별 상관도 보다 영상 프레임 별 상관도가 높기 때문에 이전 프레임의 동일한 위치 비트 플레인의 패리티 비트 요구량을 이용하여 현재 프레임의 패리티 비트 요구량을 예측하는 것이 다른 위치의 비트 플레인의 패리티 비트 요구량을 이용하는 것보다 정확한 예측에 도움이 된다. 이러한 특성을 이용하여 패리티 비트 요구량( $E_t^{l,k}$ )을 결정하는 방식은 다음과 같다.

$$E_t^{l,k} = \rho_v \cdot R_{t-1}^{l,k} \quad (3)$$

식(3)에서 t는 프레임, l은 LDPCA 프레임, k는 비트 플레인을 나타내고 R은 t, l, k 위치에서의 패리티 비트 요구량이다. 시간적인 방향으로 상관계수를 구하여 이전 프레임의 동일한 위치 비트플레인의 동일 위치 LDPCA 프레임과 연산하여 결정한다.

두 번째는 시공간적인 상관성을 이용한 예측 기법으로 LDPCA프레임의 패리티 비트 요구량은 동일한 위치의 비트플레인 상에서 발생한 패리티 비트 요구량 간의 상관성을 통해 결정된다. 상관성을 이용하기 위하여 시간 및 공간 방향으로 상관계수를 구하고 그 결과를

연산하여 패리티 비트 요구량을 결정하게 되며 식은 아래와 같다.

$$E_t^{l,k} = \rho_h \cdot R_t^{l-1,k} + \rho_v \cdot R_{t-1}^{l,k} \quad (4)$$

위와 같은 상관성을 이용한 방법은 화소영역의 특징을 반영했기 때문에, 속도와 성능에서 기존의 방식보다 뛰어난 결과를 보였지만, 패리티 비트 요구량을 과대 평가하게되면 추가로 비트가 발생하게 되고, 다음 패리티 요구량을 계산할 때에 과대 평가를 한 예측량을 가지고 계산을 하기 때문에 오류가 누적되는 가능성이 발생하는 문제점이 있다. 본 논문에서는 기존의 이러한 패리티 비트 예측을 사용한 방법을 움직임 정보의 피드백이 가능한 근거리 환경을 위한 고속 분산 비디오 복호화 기법에 대해 연구한 것이다.

### III. 움직임 정보의 피드백이 가능한 환경을 위한 제안된 고속 분산 비디오 복호화

#### 1. 응용 환경

현재까지 논의되고 있는 분산 비디오 부호화 기법의 응용은 매우 간단한 연산만을 수행하는 부호화기를 위한 조건으로 많은 연구가 진행되어 왔다. 한편, 대부분의 저전력 단말기는 고속의 서버에 근거리에 위치하고, 서버는 매우 많은 연산을 수행하는 환경에 사용될 수 있다. [그림 3]은 의료용 캡슐에 저전력 카메라와 영상 압축 부호화기가 구현되고, PC에 복호화 기법이 구현되는 응용 예를 나타내고 있다. 이와 같은 환경에서는 PC에서 보조정보의 생성과정에서 얻어지는 복호화측의 정보(예, 움직임 벡터, 복원 품질 등등)를 부호화기에 전송하는 것이 가능하다. 즉, 기존의 비디오 부호화기에서 수행되는 움직임 추정과 보상 과정에는 매우 많은 연산량이 필요한데, 이러한 연산의 대부분을 복호화기로 이동함으로써 연산량을 분산할 수 있는 것이 분산 비디오 부호화기법의 핵심적인 이론적인 근거로 사용된 것이다. 특히, 근거리에 위치한 부호화기와 복호화기는 움직임 추정 과정에 대한 연산량을 대부분 복호화기



### 3. BER(Bit Error Rate) 모델과 이를 활용한 고속화 방법

다수의 LDPCA 프레임에 포함된 WZ프레임과 보조 정보 사이에서 발생하는 비트 플레인에서의 BER의 크기에 따른 패리티 요구량에 대한 관계는 실험을 통하여 [그림 5]와 같은 결과를 얻게 되었다. 여기서, ‘실험결과’는 모의실험 결과에 대한 데이터를 나타내고, ‘적용된 모델’은 모델링에 의한 정합한 결과이다. 모의실험에 사용한 LDPCA 프레임 크기는 3168의 크기를 사용하였고, BER의 크기가 증가함에 따라 요구되는 패리티 요구량은 거의 로그함수와 비슷한 형태로 증가함을 볼 수 있다. 이러한 실험결과에 대해 실선으로 근사화된 모델을 두 부분의 구간으로 나누어 다음과 같이 모델링한다.

$$R_t^{l,k} = 2.76 * BER_{t-1}^{l,k}, \quad 200 > BER_{t-1}^{l,k}$$

$$R_t^{l,k} = 88.74 * \sqrt{BER_{t-1}^{l,k}}, \quad 200 \leq BER_{t-1}^{l,k} \quad (5)$$

여기서, t는 프레임 번호, l은 LDPCA프레임 번호, k는 비트 플레인 번호를 나타내고, R은 t, l, k 위치에서의 패리티 비트 요구량을 나타낸다. 그리고, BER은 부호화기측에서 전송되어 온 주어진 LDPCA 프레임의 비트에러율을 나타낸다. 이전 프레임의 동일한 위치의 LDPCA 프레임과 비트 플레인에서의 BER크기가 200초과와 이하에 대해 각각 구간으로 나누어 정의한 것이다. [그림 5]에서 나타난 것과 같이 BER의 크기가 200이하에서는 분포의 가운데를 지나서 과소평가와 과대평가가 중복적으로 발송하게 되지만, 200초과 650미만 영역에서는 과소평가로 모델링하였고, 650이상에서는 과대평가의 효과를 얻게 된다. 제안된 모델을 이용하여 연산 결과가 필요한 패리티 비트의 양보다 작게 나오면 과소평가가 되어 복호화기는 피드백채널을 통해 추가 패리티 비트를 전송 받게 되고, 많게 나오면 과대평가가 되어 과대평가한 양만큼 채널을 소비하게 되는 현상이 발생하게 된다.

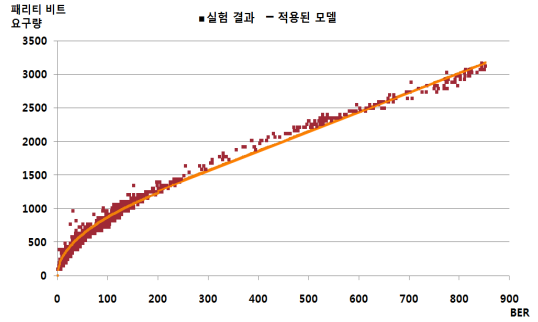


그림 5. 패리티 비트 요구량에 대한 실험데이터와 모델 정합

### IV. 모의실험 결과 및 검토

모의실험을 위해 공간해상도는 QCIF, 30Hz로 구성된 Foreman, Salesman, Hallmoniter, Coastguard를 사용하였다. 실험에는 한 개의 비트 플레인을 8개의 LDPCA 프레임으로 나누었으며 120프레임에 대해 부호화 하였다. 먼저, 홀수 프레임에 대응되는 키 프레임에 대한 부호화는 표준안 H.264[9]의 화면 내 부호화 방법을 이용하였다. 양자화 파라미터 값은 30, 36, 42로 설정하였다. 고속화 측정을 위한 실험에 사용된 PC는 Dell사의 Inspiron 580(2.80GHz i5 CPU, 4GB RAM, Window 7)모델을 사용하였다.

모의실험 결과 비교를 위해 사용한 PSNR(Peak to Peak Signal to Noise Ratio)에 대한 정의식은 다음과 같다.

$$mse = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (X(i,j) - R(i,j))^2$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{mse} \text{ dB} \quad (6)$$

여기서, X(i,j)는 잡음이 없는 원 영상이고, R(i, j)는 압축 복원된 영상이고, 각각 M x N 크기의 공간해상도를 갖는다.

먼저 제안한 방식과 기존의 방식[8]의 성능을 비교하기 위해 모의실험을 수행하였으며, 그 결과를 비트 발생량 대비 화질의 결과로 [그림 6]과 [표 1]에 나타내었

다. [그림 6]에서 비교를 위해 사용한 방법들에 대해 비트율(bit rate) 대비 화질(PSNR)을 비교하고 있다. 여기서, 'BER예측(MCFD)'는 제안한 방식을 나타낸 것으로서 복호화기측에서 생성된 보조정보에서 움직임 벡터를 부호화기측으로 전송하여 부호화기측에서 움직임보상 프레임차(MCFD: Motion Compensated Frame Difference) 신호를 구하여 그 차이 신호를 LDPCA 부호화하여 전송하는 방식이다. 그리고 '예측하지않음'으로 나타낸 것은 본 논문에서 제안한 방법에서 MCFD를 사용하지 어떤 패리티 비트 예측방식을 사용하지 않은 방식을 나타낸 것을 나타낸다. 단, 이 방법은 피드백 채널을 이용하여 움직임 벡터를 부호화기측에 알려주는 기능을 구현하여 사용하지 않지만, BER모델을 사용하지 않은 방식이다. 'BER예측(FD)'이라고 한 방식은 움직임 벡터의 피드백이 없는 방식으로서 단순히 수신측에서 BER모델만을 사용한 방법을 나타낸다. 이 방법은 패리티 비트를 수신하여 복호화하고 부족시에는 계속적으로 부호화기측에 요구함으로써 연산량 비교를 위해 사용하는 방법이다. 따라서 성능은 최적으로 달성할 수 있으나 연산량은 매우 많이 필요하게 된다. 한편, 식(4)와 식(3)에 각각 나타낸 것은 시공간적 상관성을 이용한 방법과 시간적 상관성을 이용한 방법에 대한 것이다. 이에 대해 각각 '시공간 상관성 예측'과 '시간 상관성 예측'로 나타내었고, 참고문헌[8]에서 제안된 방법으로서 각각 시공간 상관성 예측을 사용한 방법과 시간적 상관성 예측을 사용한 방법을 나타낸다. 이 방법들은 움직임 정보의 피드백을 사용하지 않은 방법을 각각 나타낸다.

모의실험 결과에서 움직임이 다소 크고 비선형적인 움직임이 있는 Foreman 시퀀스의 경우에 울-왜곡에 대한 BER모델을 사용한 'BER예측(MCFD)'방식이 동일 화질 대비 발생 비트량 측면에서 시간적 상관성을 이용한 기존의 방식('시간 상관성 예측')보다 약 35%감소하고, 시공간적 상관성을 이용한 방식('시공간 상관성 예측')보다는 약 45% 감소됨을 확인할 수 있다. 이와 같은 결과는 Foreman시퀀스가 움직임이 크고 따라서 보조정보에 의한 가상채널 잡음이 많이 발생됨에 기인한다고 볼 수 있다.

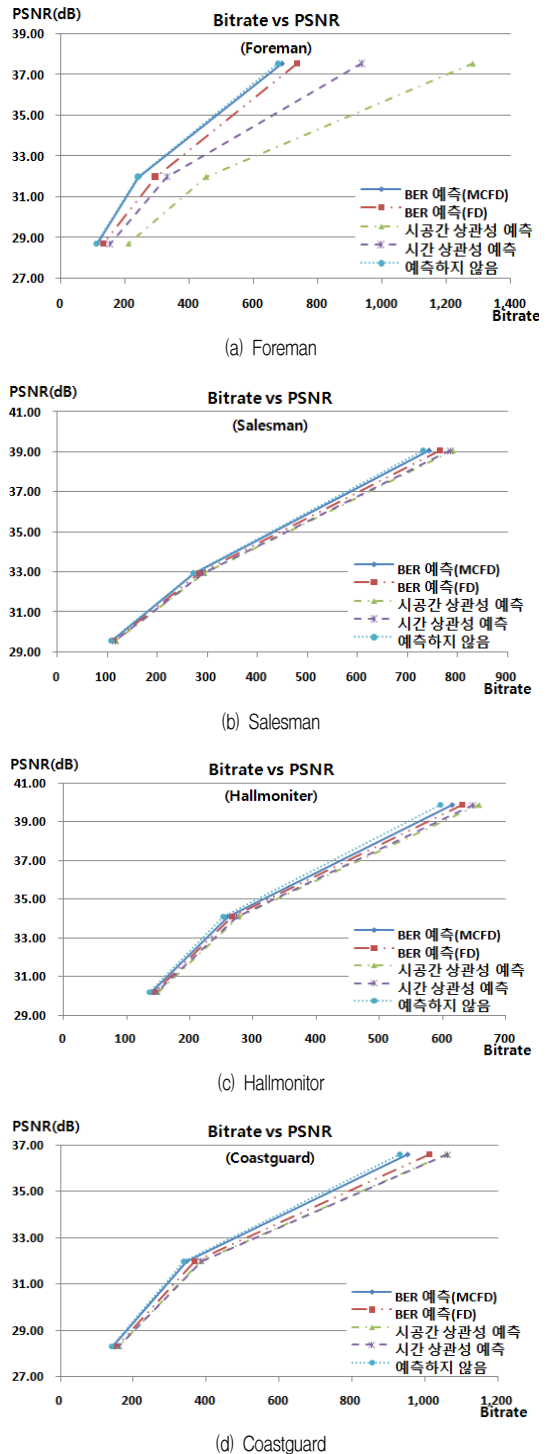


그림 6. 비트율-화질 성능비교



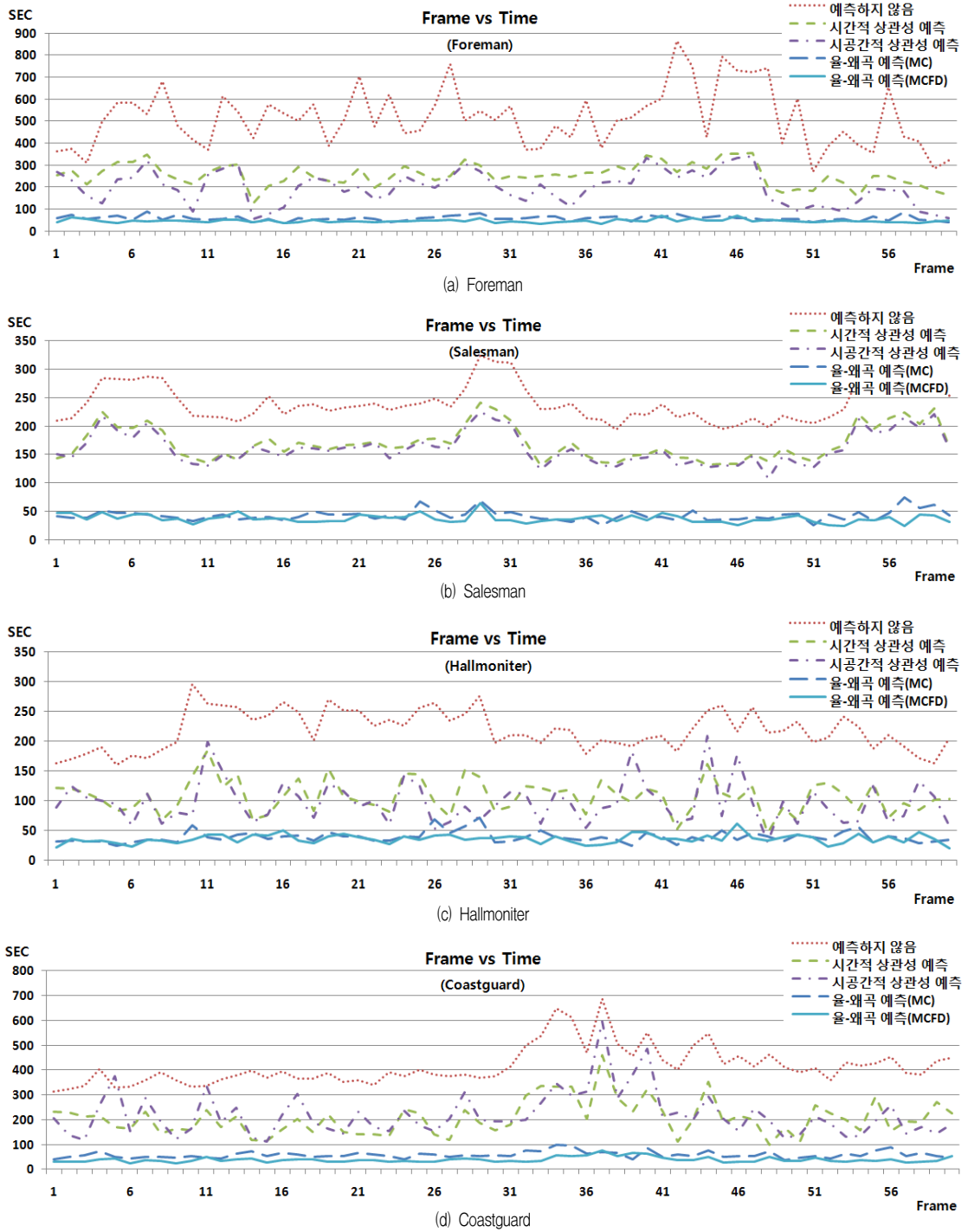


그림 7. 프레임별 복호화 시간 비교



표 1. 각 영상별 화질 대비 성능 비교

QP	예측하지 않음	시간적 상관성 예측	시공간적 상관성 예측	울-왜곡 예측(FD)	울-왜곡 예측(MCFD)	PSNR (dB)
	Foreman 시퀀스 - 비트 발생량(bps)					
30	677,111	937,353	1,284,172	736,413.98	688,073.5	37.54
36	238,072.82	329,574.14	451,516.01	293,217.71	241,927.25	31.98
42	110,333.69	152,739.52	209,252.88	130,966.63	112,120	28.69
QP	Salesman 시퀀스 비트 발생량(bps)					PSNR (dB)
30	730,600.25	785,089.57	791,586.27	764,215.25	742,428.75	39.04
36	270,941.93	291,149.21	293,558.50	283,408.00	272,997.00	32.93
42	107,741.79	115,777.34	116,735.41	112,699.00	109,892.00	29.55
QP	Coastguard 시퀀스 비트 발생량(bps)					PSNR (dB)
30	930,567.50	1,062,408.38	1,059,934.98	1,012,488.50	954,200.25	36.58
36	338,653.90	386,633.69	385,733.56	368,466.75	347,254.38	31.98
42	140,816.68	160,767.30	160,393.01	153,213.25	144,392.87	28.31
QP	Hallmonitor 시퀀스 비트 발생량(bps)					PSNR (dB)
30	596,810.75	648,183.93	657,045.17	630,698.50	615,090.75	39.86
36	252,522.90	274,259.95	278,009.32	266,861.50	260,257.54	34.10
42	135,877.91	147,574.22	149,591.69	143,593.25	140,039.78	30.19

표 2. 시퀀스 별 각 프레임 평균 복호 시간(QP30, msec)

예측하지 않음	시간적 상관성 예측	시공간적 상관성 예측	울-왜곡 예측(FD)	울-왜곡 예측(MCFD)
Foreman 시퀀스				
51,302.4	25,556.28	19,701.29	5,824.32	4,592.06
Salesman 시퀀스				
24,197.35	16,917.98	16,095.47	4,278.97	3,735.43
Coastguard 시퀀스				
41,535.75	20,687.52	21,995.91	5,841.33	3,859.3
Hallmonitor 시퀀스				
21,814.9	10,725.92	9,735.46	3,880.82	3,589.1

그러나 움직임이 작고 카메라가 고정된 Salesman, Hallmonitor, 그리고 선형적인 움직임이 있는 Coastguard 시퀀스에서는 기존의 ‘예측하지않음’, 또는 ‘시간상관성예측’, 또는 ‘시공간적상관성예측’보다 제안된 방식의 비트 발생량이 5~10% 감소하는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과를 얻게 된 것은 단순한 움직임이나 선형적인 움직임으로 나타나는 영상은 이미 보조정보 생성으로 충분히 WZ프레임을 우수한 화질로 복원하는 것이 가능하고, 따라서, 각 비트 플레인에 나타나는 BER이 매우 낮게 나타남으로 인해 움직임 피드백에

의한 효과가 낮게 나타나는 것으로 판단된다. 그렇지만, 예측하지 않은 방식과 제안된 방식을 비교했을 때, 비트 발생량이 약 2% 차이 이하로 ‘BER예측(MCFD)’방식이 패리티 비트 요구량을 매우 정확하게 예측함을 알 수 있다. 또한 동일 비트율에서 최소 0.3dB에서 최대 1.2dB 이상의 화질 개선을 달성할 수 있음을 알 수 있다. 이상의 결과를 통해 움직임 정보를 피드백하는 환경은 [그림 3]과 같은 위내시경 촬영과 같이 카메라의 움직임이 매우 크게 나타나는 경우에 효과적일 수 있음을 알 수 있다.

본 논문에서 사용한 모의실험에 사용된 워너-지브 비디오 부호화기는 움직임 정보 피드백에 대한 부분이 있기 때문에 참고문헌[8]에서 사용된 방식보다 실제로 발생한 LDPCA 프레임당 약 4kbit의 추가 비트 발생이 있다고 고려하더라도 제안된 방식이 더 기존의 방식보다 훨씬 뛰어난 성능을 가지고 있음을 알 수 있다.

패리티 비트 요구량 예측하는 방식을 사용하는 주된 목적은 고속 복호화에 있으며 모의실험에 의한 결과를 [그림 7]과 [표 2]에 각각 나타내었다. [그림 7]에서는 각 WZ 프레임을 복호화하는데 소요되는 시간을 각각 측정하여 나타내었다. 여기서 ‘울-왜곡 예측(MC)’는 본 논문에서 제안한 [그림 5]에 의한 울-왜곡 모델을 사용하여 움직임 보상으로 전송하는 경우이고, ‘울-왜곡 예측(MCFD)’는 울-왜곡 모델을 사용하면서 동시에 프레임 차 신호를 수행한 결과를 나타낸 것이다. 이 실험에 사용된 각 시퀀스 별로 복호화 시간 특성을 얻기 위해, 각 시퀀스에 대해 키 프레임을 QP=30에 대해 균일 양자화 및 부호화한 경우에 대해 패리티 비트 요구량 예측 방식의 복호화 시간을 프레임별로 나타내었다. 이 결과에서도 알 수 있듯이, ‘울-왜곡예측(MCFD)’방식은 평균 복호화 시간 측면에 있어 기존의 방식보다 약 75% 정도의 복호 시간 단축 효과가 있었고 비트율-화질측면에서 최고의 성능을 나타내는 패리티 비트 요구량을 예측하지 않는 방식에 비해 약 90% 이상의 시간 단축 효과가 있음을 알 수 있다.

따라서, 이상의 모의실험을 통해 제안된 방식은 움직임 정보를 복호화기측에서 계산하여 부호화기측으로 피드백함으로써 부호화 효율은 최적인 경우에 거의 근접하면서 동시에 복호화 지연은 최소로 유지할 수 있음을 확인하였다.

## V. 결론

본 논문에서는 분산 비디오 복호화의 지연 문제를 해결하기 위해 움직임 정보 피드백이 가능한 환경을 위한 고속화 방안을 제안하였다. 이를 위해 움직임 벡터의 피드백과 이를 이용한 분산 비디오 코덱 구조를 제안하

고, 또한, BER-패리티 비트 요구량에 대한 모델을 제안하였다. 이 모델에 기초하여 패리티 비트 요구량을 예측하고 고속화 방안을 제시하였다. 모의실험 결과를 통하여 화질 대비 비트발생량의 성능에 대해서는 기존의 방식보다 시퀀스 별로 최대 45%의 비트 발생량을 절감할 수 있음을 확인하였는데 이와 같은 결과는 동적인 움직임 큰 영상 시퀀스의 경우에 더욱 명확하게 나타남을 확인하였다. 그리고 패리티 비트 요구량을 예측하지 않는 방식과 비교했을 때 약 2%의 비트 과다 발생함으로 기존의 방식보다 상당히 정확하게 패리티 비트 요구량을 예측함을 알 수 있다. 또한, 시간적인 측면에서도 평균적으로 70%의 고속화가 가능함을 알 수 있다.

움직임 정보를 피드백 하는 분산 비디오 복호화의 경우 움직임 정보를 피드백을 하기 위한 모듈이 안정적으로 정보를 주고받기 위해 부호화기의 응용 환경이 제한될 수 있다. 그래서 분산 비디오 복호화의 주안점인 초경량, 저전력의 환경에서 다양하게 응용하기 위한 알고리즘의 개발과 그에 따른 안정화가 필요하다. 그리고 분산 비디오 복호화 전체 과정에서 부분적으로 고속화할 수 있는 연구가 추가로 필요하다.

## 참고 문헌

- [1] R. Puri and K. Ramchandran, "PRISM: A New Robust Video Coding Architecture Based on Distributed Compression Principles," 40th Allerton Conference on Communication, Control and Computing, pp.1-10, Allerton, USA, October 2002.
- [2] A. Aaron, R. Zhang, and B. Girod, "Wyner-Ziv Coding of Motion Video," Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, pp.240-244, Pacific Grove, CA, USA, November 2002.
- [3] F. Pereira, C. Brites, J. Ascenso, and M. Tagliasacchi, "Wyner-Ziv video coding: A review of the early architectures and further developments," IEEE Intl. Conf. on Multimedia and Expo, pp.625-628, Hannover, Germany, June

2008.

- [4] J. S. Kim, J. G. Kim, and K. D. Seo, "A Selective Block Encoding Scheme Based on Motion Information Feedback in Distributed Video Coding," IEICE Transactions on Communications, Vol.E94-B, No.3, pp.860-862, 2011(3).
- [5] R. Y. Shao, S. Lin, and M. P. C. Fossorier, "Two simple stopping criteria for turbo decoding," IEEE Trans. Comm, Vol.47, pp.1117-1120, 1999(8).
- [6] 오량근, 심혁재, 전병우, "적응적 경관정 출력을 이용한 고속 분산 비디오 복호화 기술", 대한전자공학회논문지, 제47권, SP편, 제6호, pp.66-74, 2010(11).
- [7] M. J. Kim and J. S. Kim, "Fast Decoding Method of Distributed Video Based on Modeling of Parity Bit Requests," To be published at Journal of KIICE, Vol.16, No.11, No.11, 2012(11).
- [8] 김만재, 김진수, "LDPCA 프레임간 상관성을 이용한 고속 분산 비디오 복호화 기법의 성능 비교", 한국콘텐츠학회논문지, 제12권, 제4호, pp.31-39, 2012(4).
- [9] <http://iphone.hhi.de/suehring/tml>
- [10] M. J. Kim and J. S. Kim, "Effects of LDPCA Frame Size for Parity Bit Estimation Methods in Fast Distributed Video Decoding Scheme," Journal of KIICE, Vol.16, No.8, pp.1675-1685.

김진수(Jin-Soo Kim)

정회원

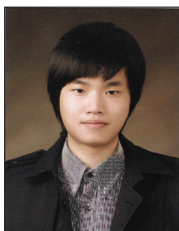


- 1991년 : 경북대학교 전자공학과 공학사
  - 1993년 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학석사
  - 1998년 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학박사
  - 1995년 ~ 2000년 : 삼성전자 선임연구원
  - 2000년 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신공학과 교수
  - 2003년 ~ 2006년 : 한국전자통신연구원 초빙연구원
  - 2008년 ~ 2009년 : 텍사스 주립대학교(UTA) 교환교수
- <관심분야> : Distributed Video Coding, 디지털방송, 영상부호화, 영상통신, 멀티미디어신호처리

저자 소개

김만재(Man-Jae Kim)

준회원



- 2011년 3월 : 한밭대학교 멀티미디어공학과 공학사
  - 2011년 ~ 현재 : 한밭대학교 멀티미디어공학과 석사과정
- <관심분야> : Distributed Video Coding, 영상부호화, 영상통신