
고속 분산 비디오 복호화 기법에서 패리티 비트 예측방식에 대한 LDPCA 프레임 크기 효과

김만재* · 김진수**

Effects of LDPCA Frame Size for Parity Bit Estimation Methods
in Fast Distributed Video Decoding Scheme

Man-jae Kim* · Jin-soo Kim**

본 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의
지원을 받아 수행된 연구임.(No.2011-0026730)

요 약

분산 비디오 부호화 기법(DVC)은 매우 낮은 복잡도를 갖는 비디오 부호화기를 제공하는데 중요한 역할을 담당하고 있다. 그러나 우수한 비트율-왜곡 성능을 얻기 위해 기존의 대부분의 DVC 기법은 피드백 채널을 통해 패리티 비트 제어를 수행하고 있으며, 이것은 비디오 복호화에 있어 많은 시간을 초래하여 실시간 구현을 위해 꼭 극복해야 할 문제점으로 남아 있다. 이러한 문제점을 해결하고 상업화를 촉진하기 위해, 본 논문에서는 LDPCA 프레임 크기가 복호화 지연 및 전체적인 부호화 성능에 미치는 영향을 분석한다. 먼저 화소 영역 위너-지브 부호화 기법에서 각 비디오 프레임을 일정한 크기의 LDPCA 프레임으로 분할하고, 분할된 LDPCA 프레임별로 시간적 상관성을 이용한 예측 방식과 공간적 상관성을 갖는 예측 방식에 따른 성능을 비교 분석한다. 모의실험을 통하여, 현재 가장 많이 연구되고 있는 QCIF 크기의 영상에 대해서는 LDPCA 프레임 크기가 3168 크기일 때, 가장 우수한 부호화 성능 및 고속화에 유리함을 보인다.

ABSTRACT

DVC (Distributed Video Coding) technique plays an essential role in providing low-complexity video encoder. But, in order to achieve the better rate-distortion performances, most DVC systems need feedback channel for parity bit control. This causes the DVC-based system to have high decoding latency and becomes as one of the most critical problems to overcome for a real implementation. In order to overcome this problem and to accelerate the commercialization of the DVC applications, this paper analyzes an effect of LDPCA frame size for adaptive LDPCA frame-based parity bit request estimations. First, this paper presents the LDPCA segmentation method in pixel-domain and explains the temporal-based bit request estimation method and the spatial-based bit request estimation method using the statistical characteristics between adjacent LDPCA frames. Through computer simulations, it is shown that the better performance and fast decoding is observed specially when the LDPCA frame size is 3168 in QCIF resolution.

키워드

분산 비디오 부호화, 복호화 지연, 프레임 크기

Key word

DVC, decoding delay, LDPCA frame size

* 준회원 : 한밭대학교 정보통신전문대학원 멀티미디어공학과

접수일자 : 2012. 04. 03

** 정회원 : 한밭대학교 정보통신공학과(교신저자, jskim67@hanbat.ac.kr)

심사완료일자 : 2012. 04. 26

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2012.16.8.1675>

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서 론

국제 표준화된 기존의 동영상 압축 기법인 ISO/IEC MPEG-1/2/4와 ITU-T H.261/H.263/H.264등은 매우 높은 복잡도의 비디오 부호화기를 사용하여 생산자 위주의 방송 통신 시스템에 적합하게 설계되었다. 즉, 비디오 프레임이 갖는 시간적 상관성과 공간적 상관성에 의한 정보의 중복성을 제거하기 위해 매우 많은 연산을 도입하여 매우 높은 복잡도의 부호화기를 필요로 한다. 이는 비디오 압축 부호화기에 대한 높은 구현 비용과 더불어 높은 전력을 필요로 한다. 그러나 무선 센서 네트워크, 저전력 감시 등의 응용 환경에서는 안정적으로 작동하는 낮은 복잡도의 부호화기법에 대한 수요 및 관심이 증대되고 있으며, 이러한 환경에 적합한 분산 비디오 압축(DVC: Distributed Video Coding) 기법에 대한 새로운 패러다임의 부호화 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 분산 비디오 부호화 기법으로서 U.C. Berkeley Univ.[1]와 Stanford Univ.[2]에서 제안한 기본 구조를 토대로 연구가 진행되고 있으며, 유럽에서는 DISCOVER[3] 프로젝트에 의한 새로운 워너-지브(WZ) 비디오 부호화 방식 연구가 진행되었다.

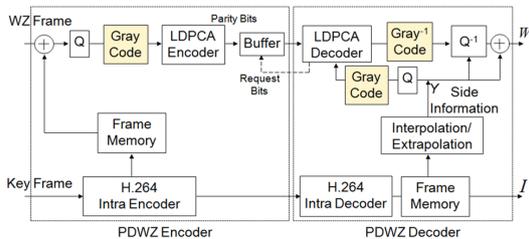


그림 1. 화소영역 분산 비디오 코덱의 구조[4]
Fig. 1 A block diagram of PDWZ DVC Codec[4]

특히, 화소영역에서의 분산 비디오 코덱은 연산량을 줄일 수 있고, 또한, 시공간적인 상관성을 활용할 수 있는 장점이 있다. 그림1은 화소영역 분산 비디오 코덱의 구조[4]를 보여주고 있으며, 이웃하는 프레임간에 시간적 상관성을 이용하기 위한 화소영역의 잔차 신호에 대한 비디오 코덱 구조를 나타내고 있다. 그림1의 부호화기에서는 입력되는 비디오 영상을 키(Key) 프레임과 워너-지브 프레임으로 분리하여 부호화한다. 키 프레

임은 주로 H.264 등의 복잡도가 낮은 화면 내 부호화 기법을 이용하여 채널을 통해 전송하고, 워너-지브 프레임은 그레이코드화하여 Slepian-Wolf 방식으로 채널 부호화하여 패리티 비트를 전송한다. Slepian-Wolf 방식은 입력영상을 LDPCA(LDPC Accumulated)코드를 이용한다. 부호화기는 전송받은 두 장의 키 프레임을 부호화하고, 부호화된 키 프레임에 기초하여 시공간 보간에 의하여 보조정보(Side Information)를 생성한다. 생성된 보조정보는 송신측에서 전송하고자 하는 워너-지브 프레임과 매우 유사하지만 동일하지 않게 된다. 이렇게 동일하지 않은 정보를 가상채널잡음이라고 하고, 이 채널잡음은 채널 패리티 비트를 이용하여 정정하게 된다. 부호화기에서는 보조정보가 가지는 에러의 양을 송신측에서는 알지 못하기 때문에 처음에 전송받은 패리티 비트를 이용하여 에러의 정정이 되지 않을 때는 피드백(feedback) 채널을 이용하여 추가 패리티 비트를 요청한다. 추가로 전송받은 패리티 비트를 이용하여 에러정정을 한 후 그 결과에 따라 패리티 비트의 추가 전송 여부를 결정하게 된다. 반복적인 연산을 수행하는 피드백 채널의 특성상 패리티 비트 재전송 및 에러 정정 하는 부분이 분산 비디오 부호화 전체 복잡도의 매우 많은 부분을 차지하기 때문에 패리티 비트 요구량을 예측하는 방식은 분산 비디오 부호화의 고속화를 위해 반드시 필요하다.

고속 분산 비디오 부호화 방식으로 몇 가지의 구현 방식이 제안되었는데, 대표적인 방법으로서 경관정 출력(HDA: Hard Decision Aided)[5] 방식은 피드백 채널을 이용하여 반복적인 연산을 수행하는 방식이다. 하지만 경관정 출력을 이용한 방식은 영상의 특징에 따라 다르게 적용해야 하는 문제점을 갖고 있으며, 이를 해결하기 위해 HDA 방식을 적응적으로 활용[6]하는 방식을 제안하였다. 그 외에 DCT 영역에서 시간적인 상관도와 비트 플레인 간에 존재하는 상관도에 기반, 패리티 비트 요구량을 예측하여 고속화[7]하는 방식이 제안되었다. 그러나 기존에 제안된 기법들은 화소영역에서 처리하거나 DCT 영역에서 처리하거나 하지만, 영상의 각 비트 플레인을 하나의 LDPCA 프레임에 위치시키는 특성을 갖는다. 이러한 방식은 영상의 시공간적인 특성을 고려하지 않은 방식으로서 성능 최적화에 대한 기대효과가 낮다고 할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 단일 비트 플레인을 몇 개의 LDPCA 프

레이프로 나누어 전송할 수 있는 환경에 대해 고속화하는 방안에 대해 다룬다. 즉, 본 논문에서는 기존의 고속 부호화 방식들의 제한을 극복하기 위해, 그림1과 같은 화소영역에서 프레임의 공간적, 시간적인 상관도에 기반 한 고속 분산 비디오 부호화 방식을 제안하고 그 성능을 분석함으로써 실제 구현을 위한 특성을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 LDPCA 복호화 과정을 설명하고, 기존의 패리티 비트 요구량 예측을 이용한 경관정 적응적 고속화 방식에 대해 설명하고, 단일 비트 플레인을 몇 개의 LDPCA 프레임으로 전달하기 위한 구조를 설명한다. III장에서는 제안하는 시간적 예측 방식과 공간적 예측 방식에 기초한 패리티 비트 요구량 예측 방식을 설명하고, IV장에서는 다양한 영상 시퀀스를 바탕으로 모의실험을 수행하고 그 결과를 분석하며, V장에서 결론을 맺는다.

II. LDPCA 복호화와 기존의 고속화 방식

LDPCA 프레임에 대한 복호화는 채널 상의 LLR(Log Likelihood Ratio)값을 계산하고, 그 결과 값을 복호화기의 연관정 입력한다. LLR은 다음과 같이 계산된다.

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

복호화기에서 키 프레임을 이용하여 생성된 보조정보 Y에 대하여 $p(x=0|Y)$ 는 채널 복호화된 x가 0일 조건 확률을 의미한다. LLR을 통해 입력된 값은 복호화기의 belief propagation 과정을 통해 연속적인 계산을 하게 된다. 그 결과로 연관정 출력을 하고, 그 출력된 값으로 BER(Bit Error Rate)을 결정하고 BER이 만족할만한 낮은 값이 되면 부호화기에서 전송된 CRC(Cyclic Redundancy Code) 값과 비교하게 된다. BER값이 만족할 만한 낮은 값이 되지 않거나 CRC 값과 비교하여 일치하지 않을 때에는 피드백 채널을 이용하여 패리티 비트를 추가 전송 받게 되며, BER과 CRC 값을 통해 복호 종료 여부를 결정하게 된다.

반복적인 구조의 LDPCA코드의 복호 과정에서 패

리티 비트 요구량 예측을 통해 채널 복호화 과정의 복잡도를 줄이기 위해 여러 가지 방식들이 제안되었다. 그림2는 패리티 비트 요구량 예측을 이용한 경관정 적응적 [7] 방식이다. 각 비트 플레인 별로 LDPCA 크기에 맞게 분할되고, LDPCA 채널 부호화된 프레임으로 버퍼에 저장된다. 수신측에서는 각 LDPCA 프레임에 대해 예측되는 BP별 비트 요구량을 예측한다. 예측된 패리티 비트량에 맞추어 패리티 비트 요청 버퍼를 통해 비트율을 산출하고 이를 송신측 버퍼에 요구하여 패리티 비트량을 수신한다. 이와 같이 패리티 비트량을 수신측에서 예측할 때, 가장 중요한 점은 각 비트 플레인 별로 가능한 정확하게 패리티 비트량을 예측해야 한다는 것이다.

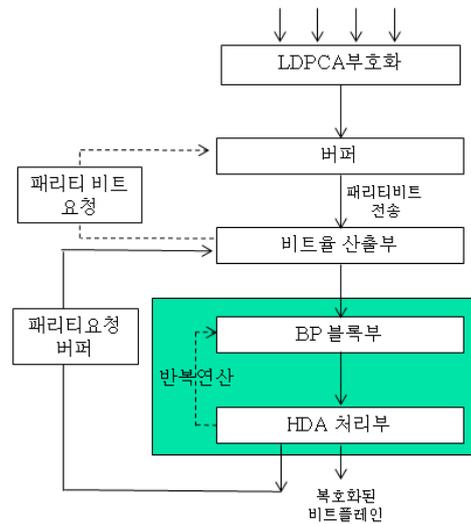


그림 2. 경관정 적응적 방식의 구조[7]
Fig. 2 Block diagram of HDA Algorithm[7]

본 논문에서는 그림2에 나타난 BP블록부에서 얼마나 패리티 비트 요구량을 잘 예측하는가에 대한 기준이 되는 LDPCA 프레임 크기별 패리티 비트 요구량 예측방식에 대해 분석한다. 즉, 기존에는 BP별로 패리티 요구량을 예측하는 방식에 비해 각 BP를 LDPCA 프레임 크기로 분할하여 패리티 비트 요구량을 예측하고, 이 예측 방식은 시간적인 상관성과 공간적인 상관성에 기반한 예측 방식에 대해 성능을 분석한다. 수신측에서 보간한 영상은 일반적으로 상위에서 하위 비트 플레인으로 갈수록

잡음이 증가한다. 이러한 특성을 이용하여 [7]에서는 이전 프레임 및 하위 비트플레인의 특정 대역이 필요로 하는 패리티 비트 요구량을 이용하여 현재 대역의 패리티 비트 요구량을 예측하는 방식을 제안하였고 그 식은 다음과 같다.

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

식에서 b 는 주파수 밴드, k 는 비트 플레인, t 는 프레임임을 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 밴드의 상위 비트플레인의 패리티 비트 요구량($R_t^{b,k+1}$)의 평균값으로 결정된다. 위와 같은 방식은 주파수 영역의 분산 비디오 복호화(TDWZ)에서 제안되었기 때문에 공간영역간의 상관성이 크고 비트 플레인 별 잡음의 차이가 심한 화소영역 분산 비디오 복호화(PDWZ)에서 적용하기에는 어려움이 있다. 그림3은 $t-1$ 번째와 t 번째 프레임을 각 비트 플레인으로 분할한 것을 나타냄과 동시에 단일 비트 플레인 $l=1, \dots, L$ 까지의 LDPCA 프레임으로 분할하여 전송하기 위한 구조적 그림을 나타내고 있다. 이렇게 하므로써 주어진 t 번째 프레임의 k 번째 비트 플레인의 1번째 LDPCA 프레임은 시간적 상관성과 공간적 상관성에 기초한 패리티 비트요구량에 대한 예측방식이 고안가능하게 된다.

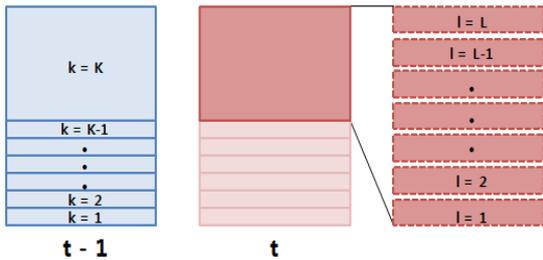


그림 3. PDWZ의 프레임(t), 비트 플레인(k), LDPCA 프레임(l)의 계층적 구조도
Fig. 3 Frame(t), Bitplane(k), LDPCA Frame(l) of Hierarchical PDWZ Structure

III. 비트 플레인 및 LDPCA 프레임에 따른 패리티 비트요구량과 비트 요구량 예측 기법

그림1에 나타난 화소영역 위너-지브 비디오 부호화 기법에서는 화면 간 잔차 신호에 대해 위너-지브 부호화를 하는 방식을 사용하고 있다. 이때, 최상위 비트 플레인을 차지하는 부호 비트 플레인을 제외하고 하위 비트 플레인으로 갈수록 잡음의 양이 증가하기 때문에 수신측에서 패리티 비트 요구량이 높아진다. 그림4는 화소영역에서는 하위 비트 플레인으로 갈수록 증가하는 패리티 비트 요구량의 증가 폭이 일정하지 않음을 보여주고 있다. 따라서 상, 하위 비트플레인의 패리티 비트 요구량이 현재 비트플레인의 패리티 비트 요구량에 주는 영향은 작다.

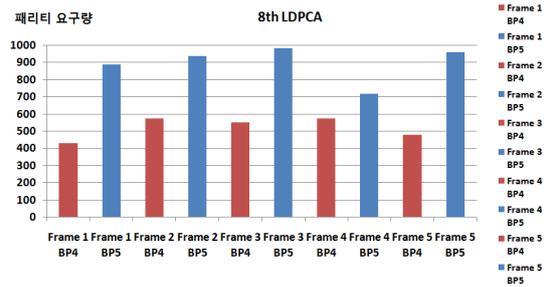


그림 4. 프레임 별 4, 5번째 비트플레인 8번째 LDPCA 프레임의 패리티 요구량
Fig. 4 Parity Request Bits for the 8th LDPCA Frame

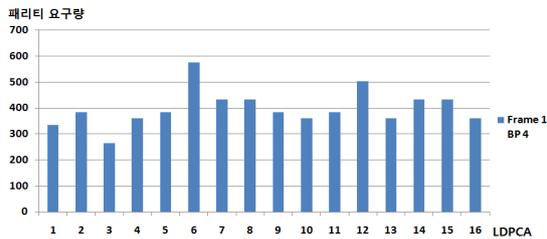


그림 5. LDPCA 프레임 별 패리티 비트 요구량에 대한 공간적인 특성 (Foreman시퀀스, $t=1$, BP=4)
Fig. 5 Parity Request Bits for LDPCA Frame

그림5에서는 첫 번째 프레임에 대한 4번째 비트 플레인의 LDPCA 프레임에 대한 패리티 비트 요구량에 대한 모의실험 결과를 보여주고 있다. 이와 같은 특성에 의해 각 LDPCA 프레임은 시간적인 상관성과 공간적인 상관성을 동시에 갖게됨을 알 수 있다. 따라서 이러한 특성을 효과적으로 이용하는 LDPCA 프레임 예측 기법을 고안하는 것이 요구된다.

3.1. 시간적 상관성을 이용한 예측기법

그림4에 의한 모의실험 결과를 통해 동일한 비트 플레인 안에서 각 LDPCA프레임의 패리티 비트 요구량은 서로 상관도가 높으며, 각 LDPCA프레임의 패리티 비트 요구량은 비트 플레인 별 상관도 보다 영상 프레임 별 상관도가 높다는 것을 알 수 있다. 따라서 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 된다고 볼 수 있다. 그리고 동영상의 특성으로 프레임간의 상관성이 높기 때문에 프레임 별 동일 위치 비트 플레인이 가지는 LDPCA프레임의 패리티 비트 요구량의 패턴은 비슷하다. 이러한 특성을 이용하여 패리티 비트 요구량($E_t^{l,k}$)을 결정하는 방식은 다음과 같이 제안한다.

$$E_t^{l,k} = \left\{ (0.5 \times R_{t-1}^{l+1,k}) + (0.5 \times R_{t-1}^{l,k}) \right\} \quad (\ell = 1 \text{ 일 때})$$

$$E_t^{l,k} = \left\{ (0.25 \times R_{t-1}^{l+1,k}) + (0.5 \times R_{t-1}^{l,k}) + (0.25 \times R_{t-1}^{l-1,k}) \right\} \quad (1 < \ell < L \text{ 일 때})$$

$$E_t^{l,k} = \left\{ (0.5 \times R_{t-1}^{l,k}) + (0.5 \times R_{t-1}^{l-1,k}) \right\} \quad (\ell = L \text{ 일 때})$$

식(3)에서 t는 프레임, l은 LDPCA프레임, k는 비트 플레인을 나타내고 R은 t, l, k 위치에서의 패리티 비트 요구량이다.

3.2. 공간적 상관성을 이용한 예측기법

그림5에 의한 모의실험 결과를 통해 알 수 있듯이, 공간적인 상관성을 이용한 예측 기법으로 LDPCA프레임의 패리티 비트 요구량은 동일한 위치의 비트 플레인 상

에서 발생한 패리티 비트 요구량 간의 상관성을 통해 결정된다. 상관성을 이용하기 위하여 ρ_H 의 상관계수를 연산하고 그 결과를 동일한 위치의 비트플레인의 이전 LDPCA 프레임($R_t^{\ell-1,k}$)에 곱하여 패리티 비트 요구량($E_t^{l,k}$)을 결정하게 되며 식은 아래와 같다.

$$E_t^{l,k} = \frac{1}{L} \sum_{\ell=1}^L R_{t-1}^{\ell,k} \quad (1 < 3 \text{ 일 때})$$

$$E_t^{l,k} = \rho_H * R_t^{\ell-1,k} \quad (3 < 1 < L \text{ 일 때})$$

식(4)에서 LDPCA 프레임의 개수가 2개 이하일 때는 프레임 간 상관 계수를 구할 수 없으므로 이전 프레임, 동일 위치 비트플레인의 LDPCA 프레임 간의 패리티 비트 요구량의 평균으로 패리티 요구량을 예측한다. 연산의 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 된다.

IV. 모의실험 결과 및 검토

모의실험을 위해 공간해상도는 QCIF, 30Hz로 구성된 Foreman, Salesman, Coastguard, Hall Monitor를 사용하였다. 먼저, 홀수 프레임에 대응되는 키 프레임에 대한 부호화는 표준안 H.264[8]의 화면 내 부호화 방법을 이용하였다. 양자화 파라미터 값은 30, 33, 36, 39로 설정하였다. WZ프레임은 [4]에서 제안된 화소영역 위너-지브 비디오 부호화 (PDWZ)기를 사용하였다. 분산 비디오 부호화 기법의 고속화 실험에 사용된 기기는 Dell사의 Inspiron 580(2.80GHz i5 CPU, 4GB RAM, Window 7) 모델을 사용하였다. 특히 제안된 패리티 비트 예측 기법에 대한 LDPCA 프레임 크기의 효과에 대하여 알아보기 위해 각각의 방식에 대해 LDPCA 프레임 크기를 1584, 3164, 6336 3가지로 실험하였다.

먼저 시간적 상관성에 의한 LDPCA 프레임 크기 별 성능을 확인하기 위하여 비트 발생량 대 화질의 결과를 그림 6에 나타내었다. 이 결과에서 확인할 수 있듯이,

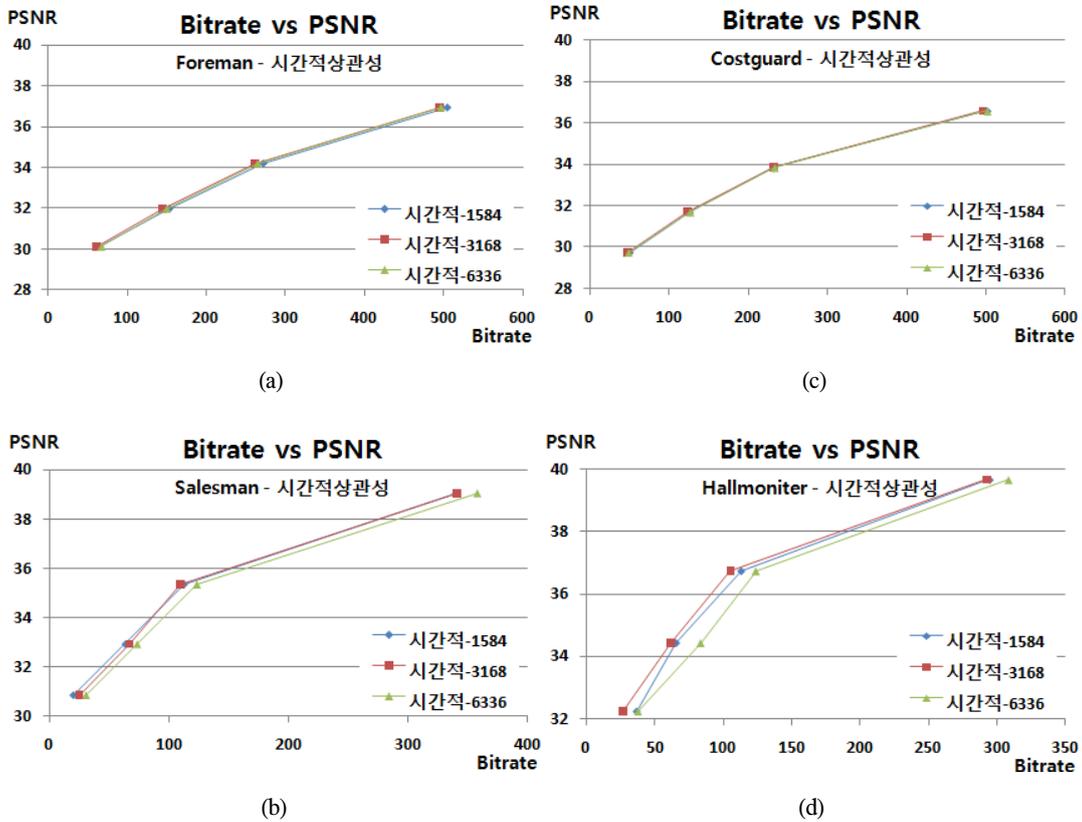


그림 6. 시간적 예측 방식에 의한 RD 성능비교
 (a) Foreman (b) Salesman (c) Coastguard (d) Hallmonitor
 Fig. 6 Comparison of RD performances Using Temporal Bit Request Estimation
 (a) Foreman (b) Salesman (c) Coastguard (d) Hallmonitor

Foreman시퀀스와 Coastguard에서는 LDPCA 프레임 크기에 상관없이 매우 유사한 성능을 보임을 알 수 있다. 그러나 Salesman시퀀스와 Hallmonitor시퀀스에서는 LDPCA 프레임 크기가 3168일 때 가장 우수한 성능을 보임을 알 수 있다. 특히, 그림6에서 6336 크기의 경우 Hallmonitor 시퀀스에서는 동일 화질 대비 15Kbps 이상의 과다 비트량이 발생하였다. 이와 같은 모의실험 결과에 의해 카메라가 고정되어 있고, 움직임이 단순한 경우에 우수한 결과를 낼 수 있다. 즉, 감시용 카메라와 같은 경우와 같이 카메라가 고정되어 있는 경우에 3168크기의 LDPCA 프레임 크기를 이용하는 것이 효과적임을 알 수 있다. 그림 7은 공간적 상관성을 이용한 패리티 비트 요구량 예측 방식에 대한 모의실험 결과를 나

타낸 것으로서 LDPCA 프레임 크기가 3168일 경우 가장 성능이 뛰어남을 알 수 있으며 그 특성은 시간적 상관성을 이용하는 방법과 비슷하게 나타남을 알 수 있다. 그러나, 전체적으로 시간적 상관성에 의한 차이보다 공간적 상관성을 이용하는 방식에 의한 차이는 크지 않게 나타났다. 따라서 발생하는 비트량의 차이는 크지 않기 때문에 패리티 비트 요구량에 대한 LDPCA 프레임 크기가 미치는 영향을 판단하기 힘든 부분이 존재한다. 이상의 결과를 통해 현재 DVC 연구에 가장 많이 사용되는 QCIF 급의 공간해상도에서는 LDPCA 프레임크기가 3168일 때, 시간적 상관성과 공간적 상관성을 이용하는데 가장 효과적임을 알 수 있다.

그림8과 그림9는 시간적 비트 요구량 예측 방식과 공

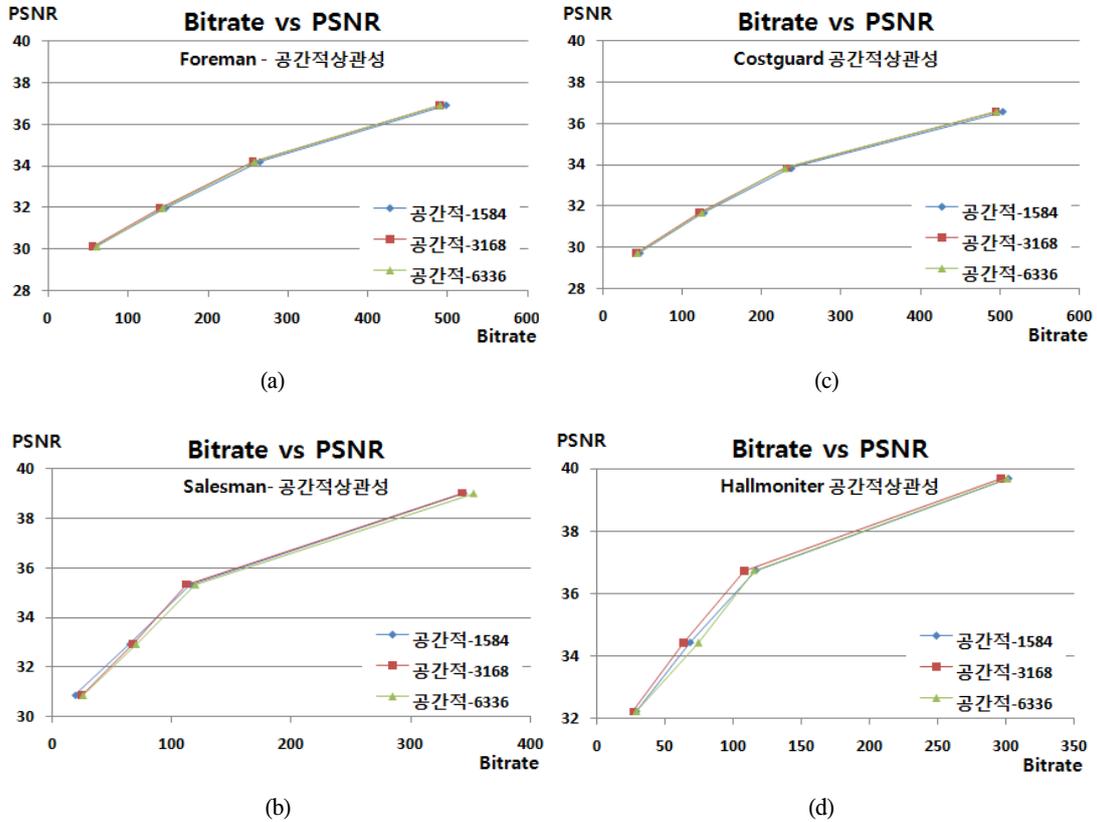


그림 7. 공간적 예측 방식에 의한 RD 성능비교
 (a) Foreman (b) Salesman (c) Coastguard (d) Hallmonitor
 Fig. 7 Comparison of RD Performances Using Spatial Bit Request Estimation
 (a) Foreman (b) Salesman (c) Coastguard (d) Hallmonitor

간적 비트 요구량 예측 방식에 대한 각 프레임별 복호화 시간을 측정하였다. 이 그림에서 알 수 있듯이, 복호화 실행 시간 측면에서도 LDPCA 프레임 크기가 3168일 때, 가장 우수한 성능을 보인다는 것을 관찰할 수 있다. 특히, 시간축 방향으로 매우 움직임이 많은 Foreman 시퀀스의 경우에 대해서도 시간적 및 공간적 예측 방식을 사용하더라도 LDPCA 프레임 크기가 3168일 때, 최적의 성능을 발휘함을 알 수 있다.

표1에서는 이상에서 분석된 시간적 상관성과 공간적 상관성에 따른 모의실험 결과를 요약한 것이다. 동일한 화질 측면에서 Salesman과 Hallmonitor는 카메라가 고정되어 있고, 움직임이 일정한 방향으로 제한적인 경우에 가장 낮은 비트율을 발생시키며, 이 영상 시퀀스들은 시

간적 상관성에 의한 영향을 가장 많이 받게 됨을 알 수 있다. 이와 같은 응용에는 시간적 예측방식을 사용하고 또한, LDPCA 프레임 크기를 3168로 하는 것이 최적임을 알 수 있다. 반면에 움직임의 양이 크고, 다소 카메라의 움직임이 있는 경우에는 공간적인 상관성이 시간적인 상관성보다 크게 나타남을 알 수 있다. 즉, Foreman과 Coastguard는 동일한 화질에서 시간적인 예측 방식에 비해 더욱 우수한 성능을 보임을 알 수 있다. 따라서, 이와 같은 환경에는 LDPCA 프레임 크기를 3168로 하고, 공간적인 상관성을 이용하는 방법이 실비트율 단축에 도움이 되는 것을 확인할 수 있다.

표2에서는 평균적인 복호화 측면에서 분석한 결과를 요약하고 있다. 이 결과에서는 Foreman과 Salesman 시퀀

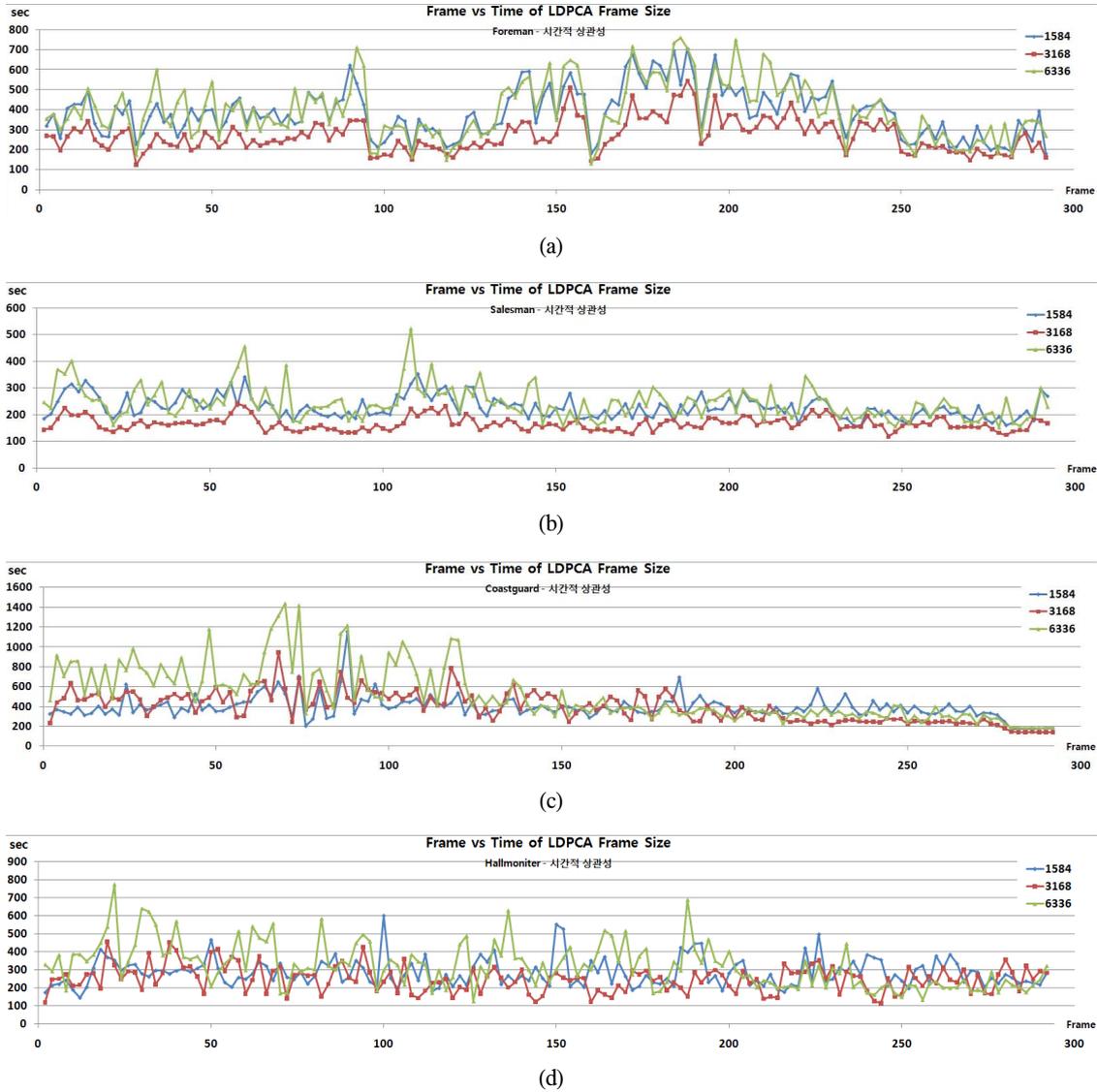
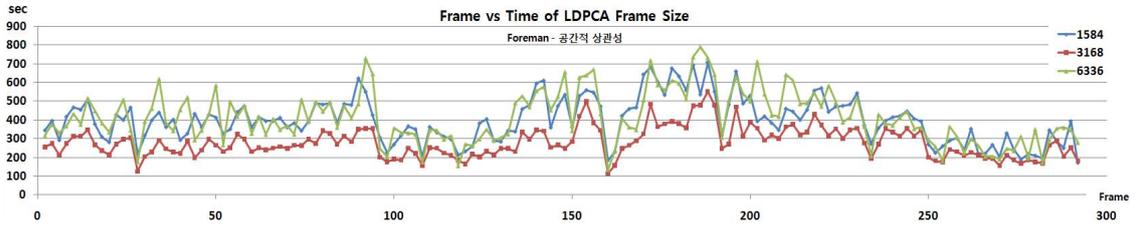


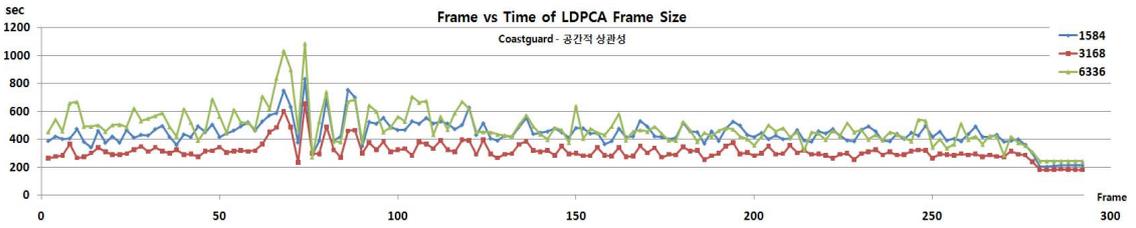
그림 8. 시간적 예측방식에 따른 복호화 시간비교
 (a) Foreman (b) Salesman (c) Coastguard (d) Hallmonitor
 Fig. 8 Comparison of Decoding Latency Time for Temporal Bit Request Estimation
 (a) Foreman (b) Salesman (c) Coastguard (d) Hallmonitor

스가 복호화 시간 측면에서 LDPCA프레임크기를 3168로 사용하는 시간적인 상관성을 이용하는 방법이 그렇지 않은 방법에 비해 우수한 성능을 보임을 알 수 있다. 반면에 Coastguard와 Hallmonitor는 LDPCA프레임크기를 3168로 사용하는 공간적인 상관성을 이용하는 방식

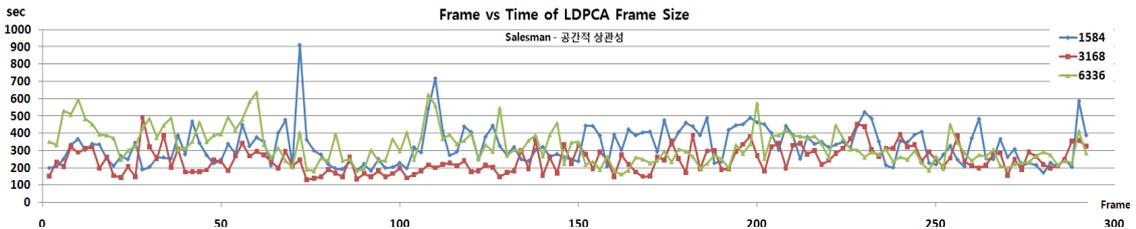
이 전체 복호화 시간을 단축시키는데 효과적인 결과를 얻게 된다. 이와 같은 특성은 LDPCA 복호화를 위한 예측 방식의 정확도와 관계되는 것으로 각각의 분석된 예측 방식에서 패리티 비트 요구량에 대한 예측이 정확하게 됨을 의미한다.



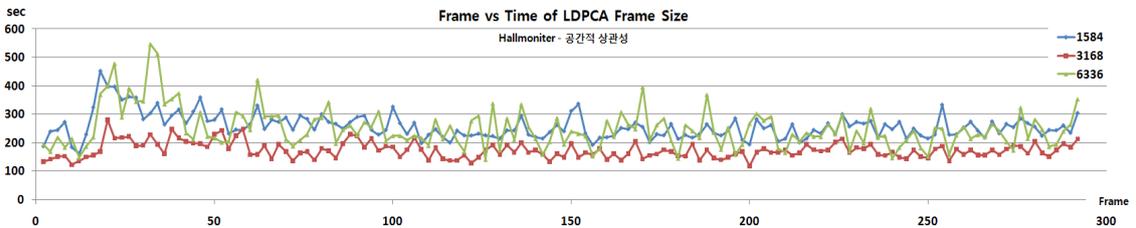
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 9. 공간적 예측방식에 따른 복호화 시간비교
 (a) Foreman (b) Salesman (c) Coastguard (d) Hall monitor
 Fig. 9 Comparison of Decoding Latency Time for Spatial Bit Request Estimation
 (a) Foreman (b) Salesman (c) Coastguard (d) Hall monitor

V. 결론

본 논문에서는 분산 비디오 복호화 과정의 고속화를 위하여 각 비트 플레인을 일정 크기의 LDPCA 프레임 크기로 분할하여 전송하는 방식에 대한 모의실험을 수행

하여 그 결과를 비교 분석하였다. 즉, LDPCA 프레임에 필요한 패리티 비트 요구량을 예측하고 복호화 하는데 미치는 효과에 대해서 시간적 상관성을 이용한 방법과 공간적인 상관성을 이용하는 방법에 기초한 예측 방식을 제안하였고, 제안된 방식을 3종류의 LDPCA 크기를

표 1. 각 영상별 화질 대비 성능 비교
Table. 1 PSNR Performance Comparison for Test Sequences

QP	예측하지 않음			시간적 상관성 예측			공간적 상관성 예측			PSNR (dB)
	Foreman 시퀀스 - 비트 발생량(bps)									
	1584	3168	6336	1584	3168	6336	1584	3168	6336	
30	470.711	476.179	477.333	504.41	495.417	496.4	497.587	489.724	490.528	36.927
33	239.799	243.694	246.781	271.63	261.567	264.413	264.418	255.95	258.141	34.194
36	125.746	129.911	135.246	152.812	144.935	149.595	146.302	139.146	143.569	31.978
39	43.524	49.084	53.88	65.073	61.219	66.828	58.418	55.331	60.754	30.116
QP	Salesman 시퀀스 비트 발생량(bps)									PSNR (dB)
30	318.357	331.25	340.573	339.696	340.298	357.201	343.839	343.114	352.862	39.038
33	95.965	102.839	109.385	112.271	109.411	123.073	115.295	112.047	120.014	35.35
36	54.117	64.191	65.744	63.348	66.922	73.229	64.8	67.727	70.487	32.933
39	13.677	24.145	25.111	19.802	24.87	30.467	19.178	24.534	26.167	30.87
QP	Coastguard 시퀀스 비트 발생량(bps)									PSNR (dB)
30	465.8	472.8	483.5	501.641	496.111	502.039	504.573	494.956	495.756	36.58
33	198.7	209.9	216.5	231.969	231.718	233.319	237.341	231.453	229.341	33.84
36	96.9	105.9	111.4	125.562	122.85	126.664	127.092	121.941	124.359	31.69
39	28.7	35.8	40	49.931	47.404	48.594	45.956	42.516	43.336	29.74
QP	Hallmonitor 시퀀스 비트 발생량(bps)									PSNR (dB)
30	273	284.7	289.8	294.432	292.593	308.727	301.677	296.593	300.886	39.67
33	92.2	99.5	106.4	113.179	105.306	124.021	116.602	108.375	115.331	36.74
36	51	57.9	67.8	65.624	61.376	83.737	68.426	63.7	74.891	34.43
39	18	25.7	27.4	36.927	26.956	38.032	28.99	26.758	29.421	32.23

표 2. 시퀀스 별 각 프레임 평균 복호 시간(msec)
Table. 2 Decoding Latency Time Comparison for Test Sequences

예측하지 않음			시간적 상관성 예측			공간적 상관성 예측		
1584	3168	6336	1584	3168	6336	1584	3168	6336
Foreman 시퀀스 - 평균 복호 시간								
62233.96	52237.53	82900.64	38553.36	26941.91	39815.03	39817.92	27907.53	41302.77
Salesman 시퀀스 - 평균 복호 시간								
33328.77	23504.98	35357.75	22740.93	16525.04	24395.86	32541.83	24571.58	32298.23
Coastguard 시퀀스 - 평균 복호 시간								
53337.63	37443.11	57059.34	39173.56	39179.29	51746.58	44361.23	31433.4	48285.79
Hallmoniter 시퀀스 - 평균 복호 시간								
32564.82	21107.58	31393.18	28528.6	24913.59	32345.82	25717.97	17319.42	24941.52

각각 영상에 실험하여 그 결과를 분석하였다. 실험 결과 화질 대비 비트발생량의 성능에 대해서는 매우 큰 차이는 발생하지 않았지만 복호 시간에 있어서 영상의 특성과 크게 관계없이 3168 크기의 LDPCA 프레임이 다른 두

종류의 크기보다 약 30% 더 고속화된 복호화가 가능함을 실험을 통해 알 수 있었다. 또한, 전체적인 발생 비트를 측면에서는 카메라가 고정된 시퀀스에서는 시간적인 상관성에 기초한 예측방식이 우수한 성능을 보였고,

카메라의 이동이나 움직임이 있는 경우에는 공간적인 상관성을 이용하는 방법이 우수한 결과를 얻게 됨을 확인하였다. 또한, 복호화의 고속화에 있어서는 인물 중심의 영상이 시간적인 상관성을 이용함으로써 복호화 시간을 더욱 단축시킬 수 있음을 확인하였다.

본 논문에서 제안된 LDPCA 프레임 크기별 패리티 요구량 예측기법은 각 응용처에 따라 다르게 선택될 필요가 있음을 실험적으로 증명하였고, 특히, 현재 많은 연구가 진행되고 있는 QCIF급의 영상에 대해서는 3168크기의 LDPCA 프레임이 가장 효과적으로 사용될 수 있음을 검증하였다. 앞으로, 본 논문에서 제안된 방식에 대한 실시간 구현 문제에 대한 연구와 더불어 전체적인 시스템 구현 측면에서의 분석이 추가로 진행될 필요가 있다.

참고문헌

[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] Jin-soo Kim, Jae-Gon Kim and Kwang-deok 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, March 2011.

[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, Aug 1999.

[6] 오량근, 심혁재, 전병우, "적응적 경관정 출력을 이용한 고속 분산 비디오 복호화 기술", 대한전자공

학회논문지, 제 47권, SP편, 제6호, 66-74쪽, 2010년 11월.

[7] 심혁재, 오량근, 전병우, "패리티 요구량 예측을 이용한 적응적 경관정 출력 기반 고속 분산 비디오 복호화 기술", 방송공학회논문지, 제 16권, 제4호, 635-646쪽, 2011년7월.

[8] <http://iphone.hhi.de/suehring/tml>

[9] 김 만재, 김 진수, 김 재곤, 서 광덕, "LDPCA 프레임 별 적응적 패리티 요구량 예측을 이용한 고속 위너-지브 복호화 기법," 한국정보통신학회 논문지, 제 16권 제2호, 2012년 2월, pp.259-265

[10] 김 만재, 김 진수, "LDPCA 프레임간 상관성을 이용한 고속 분산 비디오 복호화 기법의 성능 비교," 한국콘텐츠학회 논문지, 제12권 제5호, 2012년 4월, pp.31-39

저자소개



김만재(Man-jae Kim)

2011년 3월 : 한밭대학교 멀티미디어 공학과 공학사
 2011년 현재 : 한밭대학교 멀티미디어 공학과 석사과정

※ 관심분야 : Distributed Video Coding, 영상부호화, 영상통신



김진수(Jin-soo Kim)

1991년 : 경북대학교 전자공학과 공학사
 1993년 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학석사

1998년 : KAIST 전기 및 전자공학과 공학박사
 1995년 ~ 2000년 : 삼성전자 선임연구원
 2000년 ~ 현재 : 한밭대학교 정보통신과 교수
 2003년 ~ 2006년 : 한국전자통신연구원 초빙연구원
 2008년 ~ 2009년 : 텍사스 주립대학교(UTA) 교환교수
 ※ 관심분야 : Distributed Video Coding, SVC, 디지털 방송, 영상부호화, 영상통신