논문 2009-46SP-4-8

잡음 모델 선택을 이용한 Wyner-Ziv 비디오 압축

(Wyner-Ziv Video Compression using Noise Model Selection)

박 천 호*, 심 혁 재*, 전 병 우**

(Chunho Park, Hiuk Jae Shim, and Byeungwoo Jeon)

요 약

최근 경량화 비디오 부호화를 위함 분산 비디오 부호화 기술 (DVC: Distributed Video Coding)에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, Wyner-Ziv 부호화 기술은 이의 대표적인 기술로써 각광받고 있다. Wyner-Ziv (WZ) 부호화기는, 영상을, 기존의 인트라 부호화기를 이용하는 키 (Key) 프레임과 WZ 부호화를 하는 WZ 프레임으로 나누어 독립적으로 부호화 한다. WZ 복호화기로 전송된 키 프레임은 복원된 뒤 키 프레임 사이의 WZ 프레임을 추정하는데 사용되며 추정된 WZ 프레임을 보조정보 (Side Information)라고 한다. 보조정보는 WZ 프레임에 대한 정보가 없는 상태에서 추정되므로 필연적으로 WZ 프레임과 다르며 WZ 복호화기에서는 보조정보와 WZ 프레임과의 차이를 가상의 채널 잡음으로 간주한다. WZ 복호화 과정은 가상의 채널잡음을 WZ 복호화기 내에 존재하는 채널코드를 이용하여 제거함으로써 이루어지므로 채널 정보를 정확히 아는 것은 채널코드의 에러정정능력에 큰 영향을 미친다. WZ 복호화기에서는 추정된 WZ 영상만이 존재하므로 정확한 잡음의 양을 알 수 없으며, 일반적으로 선형 움직임에 근거한 키 프레임 간의 차를 하나의 예측 수단으로 사용한다. 또한 이와 같이 예측이 갖는 불확실성으로 채널코드의 효율이 저하되는 것을 막기 위하여 주변의 잡음과 비교를 통한 잘못된 잡음을 정정하는 방법도 제안되었다. 하지만 이런 방법들이 모든 프레임이나 비트 플레인에 존재하는 잡음을 제대로 측정한다고 할 수는 없다. 따라서 본 논문에서는 여러 개의 후보 잡음 모델을 생성한 후, 복호화 과정에서 가장 효율적인 모델을 선택하는 방법을 제안한다. 제안 방법에 대한 실험결과는 최대 0.8 dB의 PSNR이득을 보여준다.

Abstract

Recently the emerging demands of the light-video encoder promotes lots of research efforts on DVC (Distributed Video Coding). As an appropriate video compression method, DVC has been studied, and Wyner-Ziv (WZ) video compression is its one representative structure. The WZ encoder splits the image into two kinds of frames, one is key frame which is compressed by conventional intra coding, and the other is WZ frame which is encoded by WZ coding. The WZ decoder decodes the key frame first, and estimates the WZ frame using temporal correlation between key frames. Estimated WZ frame (Side Information) cannot be the same as the original WZ frame due to the absence of the WZ frame information at decoder. As a result, the difference between the estimated and original WZ frames are regarded as virtual channel noise. The WZ frame is reconstructed by removing noise in side information. Therefore precise noise estimation produces good performance gain in WZ video compression by improving error correcting capability by channel code. But noise cannot be estimated precisely at WZ decoder unless there is good WZ frame information, and generally it is estimated from the difference of corresponding key frames. Also the estimated noise is limited by comparing with frame level noise to reduce the uncertainty of the estimation method. However these methods cannot provide good noise estimation for every frame or each bit plane. In this paper, we propose a noise nodel selection method which chooses a better noise model for each bit plane after generating candidate noise models. Experimental result shows PSNR gain up to 0.8 dB .

Keywords: DSC, DVC, Wyner-Ziv coding, Noise model

* 학생회원, ** 정회원, 성균관대학교 정보통신공학부
(School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University)

※ 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 20090066367).

접수일자: 2009년3월12일, 수정완료일: 2009년6월11일

I. 서 론

기존의 비디오 부호화 기술 (MPEG-1/2/4, H.26X)은 영상에 존재하는 중복성을 부호화기가 제거하도록 하는 영상압축 방식이며, 이러한 일련의 신호처리 과정 중

움직임 예측/보상 (ME/MC) 과정은 부호화기의 연산량을 크게 증가시켜 복호화기에 비하여 큰 복잡도를 갖게 하는 원인이 되었다. 따라서 기존의 비디오 부호화 기술은 연산능력이 매우 뛰어난 소수의 부호화기를 가정하는 방송환경에는 적합하였으나 최근 대두되고 있는 분산형 방송-통신 융합 환경이나 휴대폰 영상 녹화응용과 같이 부호화기의 연산능력이나 사용가능한 전력에 제한이 있는 환경에서는 부적합하다.

이러한 고 복잡도의 부호화기 문제를 해결하는 하나의 방편으로 분산 비디오 부호화 기술에 대한 연구가 최근 활발히 이루어지고 있다. 분산 비디오 부호화 기술은 1970년대에 발표된 두 이론에 기반하고 있다. 이 중 Slepian-Wolf 이론은, 종래의 부호화 기술에서는 부/복호화기에 예측 영상 (Predictor, Y)에 관한 정보가 주어지는 것을 가정했던 것에 반하여, 이 정보가 복호화기에만 주어질 경우에도 원본영상 (X)의 무손실 복원이 가능한 최소의 정보량은 H (X|Y)가 될 수 있다는 것을 수학적으로 증명하였다[1]. 또한 Wyner-Ziv 이론은 Slepian-Wolf이론을 기반으로 하여, 만약 예측 영상이 복호화기에 존재한다면 손실 압축을 할 경우에도 기존과 동일한 율-왜곡 성능을 이끌어낼 수 있음을 증명한 것이다[2]. 따라서 위의 두 이론에 의하면, 복수의 영상소스들을 독립적으로 각각 부호화하더라도, 이들의 상호 유사성을 이용하여 복호화 한다면, 기존의 Joint 부호화 기술과 동일한 압축 성능을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 이것은 부호화기에 있는 움직임 예측/보상과 같이 높은 복잡도를 갖는 신호 처리과정을 복호화기에서 처리하도록 하는 저 복잡도의 부호화기가 가능하다는 것을 의미한다.

현재 분산비디오부호화 (DVC) 분야에서 활발히 연구되고 있는 기술은 크게 두 가지이다. 첫 번째는 버클리 대학의 PRISM 기술이며[3] 두 번째는 스탠포드 대학의 Wyner-Ziv (WZ) 부호화 기술이다[4]. 이중 최근 이 분야의 가장 대표적 연구방향인 WZ 부호화 기술은, 영상압축을 위하여 입력영상을 기존의 인트라 코딩을 기반으로 하는 키 (key) 프레임과 WZ 부호화를 하는 WZ 프레임으로 나눈다. 복호화기에서는 전송을 받은 키 프레임정보를 기존의 인트라 복호화를 통하여 복원하며, 복원된 키 프레임간의 시간적 유사도에 기반하여 예측영상으로 취급되는 보조정보 (Side Information)를 생성한다. 이 때 생성정보와 원본영상과의 차분은 채널 코딩의 관점에서 잡음 (Noise)으로 간주하는데, 이러한 잡음은 실제 전송과정 중에 통신채널에서 발생한 잡음이 아니므로 가상의 채널 잡음 (Virtual Channel Noise)이라고 부른다. 복호화기는 보조정보에 존재하는 잡음의 양을 추정한 후 추정된 잡음정보와 패리티 비트를 사용하여 보조정보에 발생한 가상채널 잡음을 제거한다. 이때 보조정보에 발생한 잡음의 양을 정밀하게 추정할 수 있다면 잡음을 제거할 때 사용되는 패리티 정보의 양을 줄일 수 있어 복호화 효율이 향상된다.

WZ 복호화기에는 원본영상의 정보가 존재하지 않으므로 보조정보에 존재하는 잡음의 정확한 예측은 불가능하다. 따라서 이에 대한 현실적인 방편으로 키 프레임간의 차분을 통하여 실제 존재하는 잡음의 양을 추정하는 것이 일반적이다. 이러한 잡음 예측 방법은 부호화기에서 잡음 추정을 하지 않아도 되기 때문에 부호화기의 복잡도를 감소시킨다[5]. 또한 전체 프레임단위에서 잡음을 추정한 후 이를 이용하여 블록단위의 잡음 추정에서 발생하는 오류를 정정하는 잡음 모델 (Noise Model)도 사용되고 있다[6]. 하지만 잡음은 프레임 별로, 또는 비트 플레인별로 서로 다르게 분포하므로, 기존 방법의 적용에 많은 문제가 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 내재적인 불확실성을 최대한 줄이면서도 영상별로 또는 동일한 영상이라도 프레임별로 존재하는 다양성을 최대한 수용하기 위하여, 여러 개의 잡음 모델을 생성한 후 복호화 과정에서 가장 효율적인 모델을 선택하는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 Ⅱ장에서는 제안하는 잡음 모델 선택기반 변환영역 WZ 부호화방식의 구성과 동작에 대하여, 그리고 Ⅲ장에서는 후보 잡음 모델 생성부 (Candidate Channel Noise Model Generator)에 대한 설명과 함께 제안하는 모델의 생성 및 최적 잡음 모델 선택 방법을 다룬다. Ⅳ장에서는 실험 및 그 결과를 분석하고, 마지막으로 Ⅴ장에서 결론 및 향후 연구 과제에 대해 논의한다.

Ⅱ. 잡음 모델 선택기반 변환영역 WZ 부호화 방법

그림 1은 본 논문에서 제안하는 잡음 모델 선택을 이용한 변환영역 WZ 부호화-복호화기의 구조이다. 일반적인 WZ 코딩 구조와 동일하게 영상의 홀수 번째 프레임과 짝수 번째 프레임은 각각 키 프레임과 WZ 프레임으로 부호화 된다.

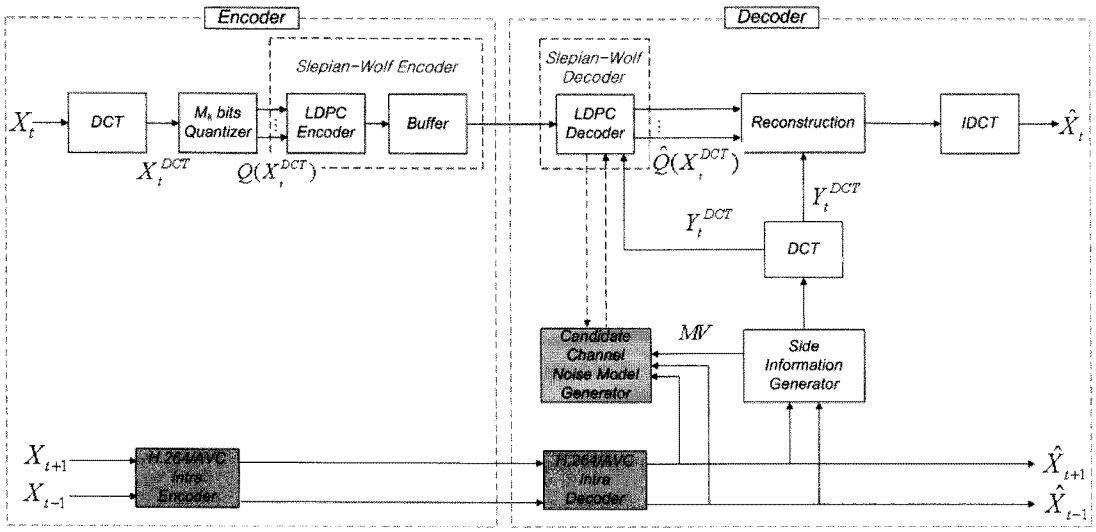

그림 1. 제안하는 잡음 모델 선택 기반 변환영역 WZ 부호화-복호화기의 구조
Fig. 1. Structure of the proposed WZ encoder-decoder with channel noise model selection.

1. 부호화

부호화기로 입력된 영상은 키 프레임과 WZ 프레임으로 나뉘고, 이중 키 프레임은 H.264/AVC 인트라로 코딩되고 WZ 프레임은 WZ 부호화 된다. WZ 부호화는 변환영역 (Transform Domain)에서 이루어지는데 이를 위하여 WZ 프레임은 4 × 4 정수 DCT 변환을 거친다. 이후, 한 프레임 내에서 동일한 주파수 성분을 갖는 계수들을 추출하여 주파수 밴드를 구성하며 각 주파수 밴드는 주파수에 따라 각각 다른 강도의 양자화 과정을 거친다[7]. 양자화 된 각 주파수 밴드의 데이터들은 MSB에서 LSB까지 동일위치의 비트들을 모아 만든 비트 플레인으로 나뉘어 LDPC 부호화기에 입력된다. LDPC 부호화기는 각 주파수 밴드의 비트 플레인들에 대하여 각각 패리티 비트를 생성하고 이를 버퍼에 저장한 뒤 복호화기의 요청에 따라 점진적으로 전송한다[8].

2. 복호화

WZ 복호화는 H.264/AVC 인트라 복호화기에서 키 프레임을 복원하는 과정부터 시작한다. 이후, 보조정보 생성기 (Side Information Generator)에서는 키 프레임간의 시간적 유사성에 기반하여 이웃 키 프레임간 보간법 (Motion Compensated Temporal Interpolation)을 사용하여 원본 영상과 최대한 유사하게 보조정보를 만든다. 이렇게 생성된 보조정보는 잡음이 포함된 WZ 프레임으로 간주 되며 부호화기와 동일하게 변환영역에서 처리하기 위하여 4 × 4 정수 DCT 변환이 된 후, 프레임 내 동일 주파수 성분의 계수들로 이루어진 주파수 밴드별 데이터로 구성되어 LDPC 복호화기로 입력된다.

LDPC 복호화는 보조정보와 예측된 잡음 모델을 입력받아 연판정 입력 값을 산출한다. 잡음 모델의 예측은 후보 채널 잡음 모델 생성기 (Candidate Channel Noise Model Generator)에서 이루어지는데 WZ 복호화기에서는 원본영상의 정보를 알 수 없으므로 실제 잡음인 보조정보와 WZ 프레임의 차를 알 수 없다. 따라서, 주로 사용하는 기존의 잡음 예측방법들은, 보간되는 키 블록 사이의 차분을 이용하는 [5]의 방법과 전체의 잡음의 양을 추정한 후 이를 통하여 잘못된 잡음 예측을 방지하는 [6]의 방법에 기반하여 잡음 모델을 생성한다. LDPC 복호화기에서의 잡음제거 방법은 계산된 연판정 입력과 부호화기로부터 전송되는 패리티 비트를 이용하여 연판정 출력을 산출하고 이를 이용하여 DCT계수값을 복원하는 것으로 이루어진다. 이때 복원된 DCT계수값에서 에러율을 예측하고 계산된 에러율 값이 목표 에러율 이하이면 현재 비트 플레인에 대한 복원을 완료한 후 다음의 비트 플레인에 대한 에러정정을 시작하며, 만약 목표 에러율보다 예측된 에러율이 높다면 부호화기에 추가의 패리티 비트를 요청한다[9~10].

하나의 주파수 밴드에 대하여 모든 비트 플레인의

복원이 완료되면 영상복원기 (Reconstruction)에서는 양자화 과정에서 발생하는 손실을 복구하기 위하여 원본영상과 보조정보간의 유사성을 이용하여 각 밴드의 최상위 비트 플레인의 복호화에 최적으로 판단된 잡음 모델에 기반하여 (1)의 수식과 같이 보상하고 모든 주파수 밴드가 복원되면 역 변환을 통해 WZ 프레임을 복원한다.

$$\hat{X} = E[X \mid Y^{DCT}, \hat{Q}(X)] \quad (1)$$

X : DCT 변환계수

$\hat{X}$: 복원된 DCT 변환계수

Y^{DCT} : 보조영상의 DCT 계수

$\hat{Q}(X)$: 복원된 양자화 심볼

Ⅲ. 제안하는 잡음 모델 선택

1. 기존의 잡음 모델

잡음은 원본영상과 보조정보간의 차분 (Residual)을 의미하며 이는 복호화기에 없는 정보이다.

$N = X - Y$, N : 잡음

X : 원본영상의 블록

Y : 보조정보의 블록

이를 해결하기 위하여 원본영상과 보조정보간의 잡음을 전후 키 프레임 간의 차분으로 추정하고, 라플라시안 분포 (Laplacian distribution)를 따른다고 가정한다.

$|X - Y| \cong |X_f - X_b|$, X_f : 전의 키 블록

X_b : 후의 키 블록

기존의 잡음 모델[5~6]에 따르면 다음의 순서에 의하여 모델링이 이루어진다.

가. 프레임 단위 잡음예측

이웃한 키 프레임간의 차이 값인 차분 프레임을 4×4 정수DCT 변환 한 뒤, 그 분산 (σ^2)을 이용하여 라플라시안 변수 α, ($\alpha = \sqrt{\frac{2}{\sigma^2}}$)를 구한다. 이때의 라플라시안 변수와 분산은 프레임 전체적으로 존재하는 통계치이다. 이를 뒤에 나올 블록단위의 변수와 구분하기 위하여 각각 α_F, σ_F^2 으로 표기한다. 또한, 이렇게 키 프레임들을 이용하여 계산한 분산값은 실제 잡음의 분산과는 차이가 존재하므로, (2)의 식과 같이 보상변수 (Compensation factor) λ를 사용한다.

$$\alpha_F = \frac{\sqrt{2}}{(\sigma_F^2)^{\lambda}} \quad (2)$$

나. 블록 단위 잡음예측

이웃한 키 블록값 간의 차이인 오차 블록을 생성한 후 4×4 DCT 변환을 한다. 라플라시안 분포는 평균이 0이고 하나의 블록에는 주파수 밴드당 하나의 오차 값이 존재하므로, 블록당 분산 (σ_B)값으로, $|X_f - X_b|^2$ 를 사용한다. 또한, 이를 이용하여 식 (3)과 같이 블록레벨의 라플라시안 변수 α_B값을 구하게 된다.

$$\alpha_B = \sqrt{\frac{2}{|X_f - X_b|^2}} \quad (3)$$

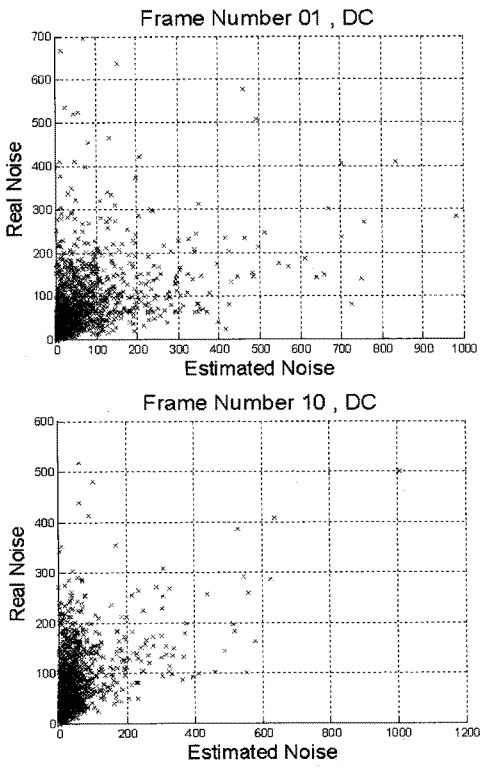

그림 2. 실제의 잡음과 키 블록의 차로 예측된 잡음 관계 그래프 (Foreman)

Fig. 2. Real residual vs. Estimated residual.

다. 예측 오류 정정

블록의 (α_B)값 중에서 주변 (프레임)의 잡음에 비하여 (α_B)값이 크게 차이가 나는 블록은 잡음예측이 잘못되었을 가능성이 높으므로 잘못된 판단을 방지하기 위하여 주변과 동일한 라플라시안 변수 (α_F)를 블록의 변수로 사용한다. 이는 채널 코딩 관점에서 채널 잡음의 발생 확률을 하나의 값으로 주었을 경우에 비하여 블록 각각에 잡음확률을 다르게 주었을 경우 복호화 효율은 높지만, 각각에 잡음확률을 주었을 경우 신뢰도가 떨어지는 잡음 발생확률이 존재한다면 이는 채널 복호화시 더 많은 패리티 정보를 사용하므로, 이러한 경우 주변의 잡음발생확률과 동일하게 주는 것이 상대적으로 효율적이기 때문이다. 또한, 그림 2에서 볼 수 있듯이 DC의 경우 잡음의 양이 과소평가 되는 경우가 과대평가되는 경우보다 많으므로 (4)의 식과 같이 블록의 잡음을 정정한다.

$$\alpha_B = \arg min(\alpha_B, \alpha_F) \tag{4}$$

2. 제안하는 잡음모델 생성 및 선택방법

하지만 기존의 잡음 모델은 보상변수 λ값에 의하여 보상된 모델이어도 각각의 프레임, 블록에 대하여 정확한 잡음 모델은 아니다. 그 예로 [6]의 기존 방법은 블록마다 다른 α값을 사용하는 Non-stationary 잡음 모델을 사용하지만, 기존의 연구결과에 의하면 Occlusion이 발생한 부분과 발생하지 않은 부분에 대한 부정확한 예측이 이루어진 경우에는 하나의 밴드에 하나의 α값을 사용하는 Stationary 잡음 모델이 더 효과적이라 한다[11]. 따라서 키 프레임간의 차분을 통한 예측의 정확도에 따라 Stationary/ Non-stationary 잡음 모델이 선택 되어야 하며 λ값은 실제의 잡음 (N, X-Y)으로 구한 α_F의 값과 예측된 α_F이 같게 되도록 선택되어야 한다.

하지만 그림 2에서 관찰 할 수 있듯이 키 프레임간의 차이로 예측된 잡음은 실제의 잡음을 제대로 추정하지 못하고 있으며 따라서 예측된 정보를 통하여 정확한 λ 값을 선택하는 것이 매우 힘들다. 따라서, 제안하는 잡음 모델 선택 방법은 선택기준이 모호하거나 없는 경우라도 각각의 비트 플레인에 대하여 정확한 λ값을 선택하며 복호화를 하는 것과 동일한 성능을 얻기 위하여

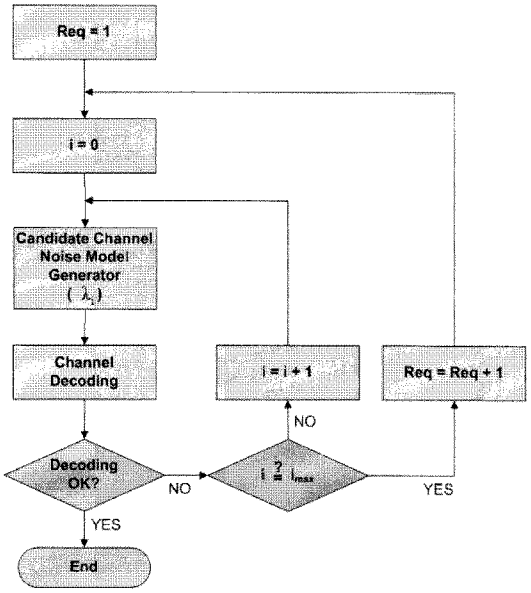

그림 3. 제안하는 잡음 모델 선택방법 복호화 순서도
Fig. 3. Proposed noise model selection decoding process.

여러 λ값에 대응되는 Stationary / Non-stationary 후보 잡음 모델을 생성하고 복호화시에 패리티 정보에 가장 적합한 모델을 선택한다.

그림 3은 제안한 잡음 모델 선택방법을 사용하여 LDPC 복호화 하는 과정을 순서도로 나타낸 것이다. 후보 채널 잡음 모델 생성부에서는 적절한 λ의 범위 내에서 여러 λ값에 해당하는 라플라시안 변수들을 생성하고, 이를 이용하여 각각 Stationary/ Non-stationary 후보 잡음 모델을 만든다. 이러한 모델들에 0 ~ i_{max}까지의 번호를 할당하고, 모든 경우에 해당하는 연판정 입력 값을 LDPC 복호화기로 입력한다. 그 후 수신된 패리티 비트를 이용하여 복호화를 수행하고 이에 따라 각각의 모델을 적용했을 경우의 연판정 출력값을 계산한다. 이러한 계산과정은 복호화기에서 패리티 비트를 추가적으로 수신할 때마다 이루어지며 연판정 출력값을 이용하여 에러율을 산출한다. 따라서 모든 잡음 모델들을 통해 예측된 에러율이 목표 에러율 이상이면 복호화기는 추가의 패리티 정보를 요청하고, 단 하나의 모델이라도 목표 에러율 이하로 내려가면 복호화 과정은 완료되며, 복호화를 완료시킨 모델을 그 비트 플레인 최적의 잡음 모델로 선택한다.

이 때, 최상위 비트 플레인의 복호화시 선택된 잡음

모델은 역 양자화 된 심볼에 존재하는 잡음의 분포를 가장 잘 나타내므로 양자화 잡음을 추정하는데 사용된다. 따라서 최소한의 패리티 비트를 이용하여 디코딩을 완료시킨 후보 잡음모델이 여러 개인 경우, 이중 양자화 잡음 추정에 최적인 잡음모델을 선택하는 문제는 DVC의 성능에 영향을 미치며 제안하는 방법의 경우 통계적으로 실제 잡음과 잡음모델의 상관계수의 값이 큰 순서대로 우선순위를 정하였다.

Ⅳ. 실험 및 결과

1. 실험 방법

본 논문에서 제안하는 잡음 모델 선택방법을 통한 WZ 부호화 기술의 성능을 평가하기 위하여 Foreman, Stefan, Salesman, 그리고 Mobile & calendar의 시퀀스를 사용하여 모의실험을 실시하였다. 실험에 사용한 영상은 Salesman 시퀀스가 225 프레임인 것을 제외하면 나머지 것들은 모두 각각 150 프레임이며 크기는 QCIF, 프레임 율은 15Hz 이다. 본 모의실험을 통하여 기존의 잡음 모델과 제안한 잡음 모델 생성방법을 율-왜곡 성능면세서 상호 비교하고 그 결과를 분석하였다.

- Previous : $\lambda = 0.4$인 [6]의 잡음 모델에 기반한 TDWZ
- Proposed :제안한 잡음 모델 선택 ($\lambda = 0 \sim 0.8$)에 기반한 TDWZ

구체적인 실험 조건은 다음과 같다.

- M_k비트 양자화기: [7]의 방법에서 제안한 WZ 프레임에 대한 양자화 행렬 중 1, 5, 7, 그리고 8번의 행렬에 대하여 실험하였고 이에 상응하는 키 프레임의 QP값은 40, 34, 29, 그리고 25로 실험하였다.
- LDPC 부/복호화기: [8]의 방법에서 사용한 LDPCA 코드 사용

성능 비교는 WZ 프레임에 한하여 이루어졌으며 비트율 (Kbps)을 계산하기 위하여 WZ 프레임을 복호화

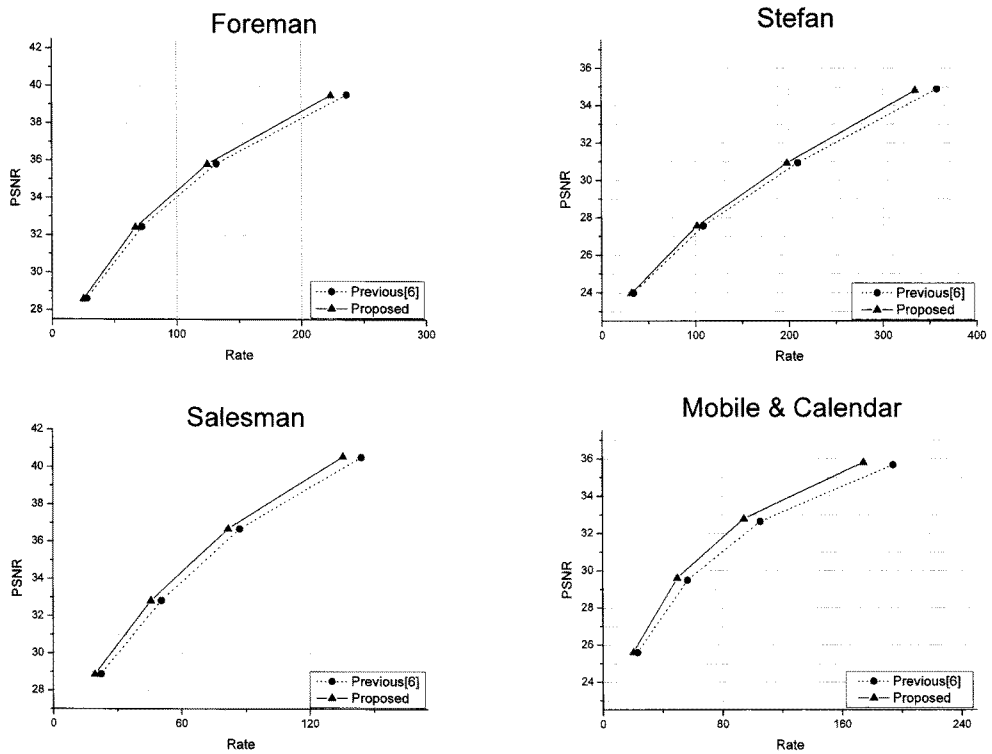

그림 4. 시퀀스별 율-왜곡 성능 그래프
Fig. 4. RD curve of each sequence.

하는데 들어간 율의 총합을 프레임의 개수로 나눈 뒤 WZ 프레임에 대한 프레임율인 7.5를 곱하였다.

2. 실험 결과

표 1은 율-왜곡 성능에 기반한 BDBR 과 BDPSNR 의 결과를 보여준다. 실험결과 기존 방법에 비해 약 9% 의 율 감소 또는 0.48dB의 화질개선을 관찰할 수 있으며, 특히 Salesman과 Mobile & calendar 영상에서 비트율의 감소가 많음을 알 수 있다.

서로 다른 QP값에 따른 특성변화를 관측하기 위하여 그림 4의 율-왜곡 그래프 결과를 보면, 상대적인 율의 감소는 높은 QP가 낮은 QP의 결과에 비하여 컸는데 이는 잡음 모델 선택방법에 의한 성능이 어느 하나의 비트 플레인에 집중되기 보다는 전체 비트 플레인에 걸쳐 약간의 율을 감소시키므로 상대적으로 잡음제거에 패리티 정보를 덜 소모하는 상위의 비트 플레인에서 더 큰 효과가 있음을 알 수 있다. 또한, 동일한 이유로 제안하는 잡음 모델 선택방법은 부/복호화가 쉬운 선형적인 움직임이 많은 시퀀스에서 더 좋은 성능을 나타내며 여기서는 Mobile & calendar 영상이 이에 해당한다.

하지만 Mobile & calendar 시퀀스를 제외한 다른 실험 영상에서 절대적인 PSNR은 약간씩 줄어드는데 이는 양자화 잡음을 추정하는 과정에서 선택된 잡음 모델이 기존의 잡음모델에 비하여 다소 적절하지 못함을 보여주며. 따라서 통계적인 값인 상관계수는 양자화 잡음의 추정에 대한 적절성을 판단하기 위한 최적의 기준이 되지 못함을 의미한다.

표 2는 제안하는 방법의 성능을 알아보기 위하여 주파수 밴드별로 사용한 패리티 비트의 양을 나타낸 것이다. 전체적인 율 감소는 5.95%가 감소하였으며 PSNR을 고려하지 않은 상태에서 (PSNR의 값은 거의 차이가 없으므로) 패리티 비트의 소모만을 고려한 것이므로 그림 4에서 관찰할 수 있는 율 감소와는 다소 차이가 있다. 제안하는 잡음 모델 선택방법의 이득은 DC와 높은 주파수 대역에 집중됨을 관찰할 수 있는데, 높은 대역에서의 이득은 기존의 잡음 모델이 낮은 주파수 대역의 복호화에 유리하게 맞추어져 있었음을 의미하며, 이는 양자화 후 대부분의 영상 정보는 낮은 주파수 대역이 차지하게 되어 전체적인 시스템 성능이 저주파 성분에 의존하기 때문이다. 또한 DC에서의 이득은 복호화 에러가 발생하던 빈도를 낮춘 것에서 기인한다. 본 논문에서 제안하는 WZ복호화기는 만약 모든 패리티 비트를 수신하여 복호화를 시도 하였

표 1. 실험 결과 (BDBR, BDPSNR)
Table 1. Experimental result.(BDBR, BDPSNR)

영상	BDBR (%)	BDPSNR (dB)
Foreman	-6.132	+0.329
Stefan	-5.722	+0.283
Salesman	-10.611	+0.605
Mobile	-13.407	+0.693

표 2. 주파수 밴드별 사용한 패리티 비트 (Foreman, QM 8 / QP 25)
Table 2. Parity bits of each band used for decoding. (Foreman, QM 8 / QP 25)

	Previous[6]	Proposed	감소율
DC	506976	456624	-9.93%
AC1	233760	222216	-4.94%
AC2	316008	299736	-5.15%
AC3	202248	193944	-4.11%
AC4	245496	236160	-3.80%
AC5	119376	113472	-4.95%
AC6	51528	48432	-6.01%
AC7	135096	129504	-4.14%
AC8	141408	136104	-3.75%
AC9	101232	97248	-3.94%
AC10	64944	61152	-5.84%
AC11	62664	58416	-6.78%
AC12	72240	68544	-5.12%
AC13	16104	13704	-14.90%
AC14	25008	22368	-10.56%
	2294088 (bits)	2157624 (bits)	-5.95%

을 경우에도 예측된 에러율이 목표 에러율 보다 높다면 복호화 에러로 간주하며 이때 복호화기는 부호화기에 원본 정보를 요청하여 받는다. 이러한 복호화 에러는 하나의 비트 플레인에 대하여 패리티 정보와 원본 정보를 함께 수신받기 때문에 율의 낭비가 생기게 되며, 이때 대부분의 복호화 에러는 DC의 하위 비트 플레인에 집중된다. 따라서 잡음 모델 선택방법은 기존에 복호화 에러가 발생하던 비트 플레인을 복호화가 가능하게 함으로써 율의 감소를 가져오며 이는 대부분 DC에서의 이득으로 나타난다.

V. 결 론

본 논문에서는 DVC 부호화 시스템의 율-왜곡 성능 향상을 위하여 잡음 모델 선택방법을 사용한 WZ 부/복호화를 제안하였다. 그 결과, 기존에 하위 비트 플레인에서 자주 발생하던 복호화 에러의 발생빈도를 줄일 수 있었고 기존의 잡음 모델에서 잘 예측하지 못하던 높은 주파수 성분의 잡음도 좀 더 정확히 예측함을 알 수 있었다. 하지만 잡음 모델의 절대적인 수 증가와 그에 따라 선형적으로 증가하는 디코딩 복잡도의 문제는 해결해야 할 과제이다. 따라서 선택되는 잡음 모델간의 분포를 조사하여 후보 잡음모델의 절대적인 수를 줄이고 효율적으로 잡음모델의 선택이 이루어지는 저 복잡도의 알고리즘에 대한 연구가 추가적으로 필요하다.

참 고 문 헌

[1] D. Slepian and J. K. Wolf, "Noiseless Coding of Correlated Information Source," IEEE Transactions on Information Theory, vol. IT-19, no. 4, pp. 471-480. July 1973.

[2] A. Wyner and J. Ziv, "The Rate-distortion Function for Source Coding with Side Information at The Decoder," IEEE Transactions on Information Theory, vol. 22, pp. 1-10, July 1976.

[3] R. Puri and K. Ramchandran, "PRISM: A New robust Video Coding Architecture Based on Distributed Compression Principles," Proc. Allerton Conference on Communication, Control, and Computing, Allerton, IL, October 2002.

[4] A. Aaron, S. Rane, R. Zhang, and B. Girod, "Wyner-Ziv Coding for Video: Applications to Compression and Error Resilience," Proc. of IEEE Data Compression Conference, DCC-2003, Snowbird, UT, March 2003.

[5] Catarina Brites, Joao Ascenso and Fernando Pereira, "Studying Temporal Correlation Noise Modeling for Pixel Based Wyner-Ziv Video Coding," IEEE International Conference on Image Processing, pp. 273-276, Atlanta, USA, October 2006.

[6] 김병희, 고봉혁, 전병우, "주파수 적응 채널 잡음 모델링에 기반한 변환영역 Wyner-Ziv 부호화 방법," 한국방송공학회논문지, 제 14권, 제 2호, pp. 144-153, 2009. 3.

[7] C. Brites, J. Ascenso, and F. Pereira, "Improving Transform Domain Wyner-Ziv Video Coding Performance," IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, vol. 2, pp. 525-528, Toulouse, France, May 2006.

[8] D. Varodayan, A. Aaron, and B. Girod, "Rate - adaptive codes for distributed source coding," EURASIP Signal Processing Journal, Special Section on Distributed Source Coding, vol. 86, no. 11, pp. 3123-3130, November 2006.

[9] D. Kubasov, K. Lajnef, and C. Guillemot, "A hybrid encoder/decoder rate control for a Wyner-Ziv video codec with a feedback channel," in Proc. IEEE Multimedia Signal Processing Workshop, MMSP, Chania, Crete, Greece, October 2007.

[10] 고봉혁, 심혁재, 전병우, "센서네트워크상의 응용을 위한 터보 복호화 오류정정 기법을 이용한 경량화 비디오 부호화 방법," 대한전자공학회논문지, 제 45권, 제 1호, pp. 11-21, 2008. 1.

[11] Ronald P. Westerlaken, Stefan Borchert, Rene Klein Gunnewiek, and R. (Inald) L. Lagendijk, "Dependency Channel Modeling for a LDPC-based Wyner-Ziv Video Compression Scheme," IEEE International Conference on Image Processing, pp. 277-280, October 2006.

저 자 소 개

박 천 호(학생회원)
2007년 성균관대학교 정보통신 공학부 졸업 (학사).
2008년~현재 성균관대학교 정보통신공학부 석사과정
<주관심분야 : 멀티미디어 영상압축, 신호처리>

심 혁 재(학생회원)
2000년 성균관대학교 전자공학과 졸업 (학사).
2002년 성균관대학교 정보통신 공학부 졸업 (석사).
2002년~현재 성균관대학교 정보통신공학부 박사과정
<주관심분야 : 멀티미디어 영상압축, 신호처리>

전 병 우(정회원)
1985년 서울대학교 전자공학과 졸업 (학사).
1987년 서울대학교 전자공학과 졸업 (석사).
1992년 Purdue Univ, School of Elec.졸업 (공학박사).
1993년~1997년 삼성전자 신호처리연구소 수석연구원
1997년~현재 성균관대학교 정보통신공학부 교수
<주관심분야 : 멀티미디어 영상압축, 영상인식, 신호처리>