논문 2006-43SP-6-10

화소 단위 예측에 의한 무손실 영상 부호화

(Lossless Video Coding Based on Pixel-wise Prediction)

남 정 학*, 심 동 규**, 이 영 렬***, 오 승 준****, 안 창 범*****,
박 호 종****, 서 정 일******, 강 경 옥******

(Jung-Hak Nam, Dong-Gyu Sim, Yung-Lyul Lee, Seoung-Jun Oh, Chang-Beom Ahn,
Ho-Chong Park, Jeongil Seo, and Kyeongok Kang)

요 약

최신 비디오 압축 표준인 H.264/AVC는 손실 압축을 근간으로 고안되었기 때문에 무손실 압축 방식에서는 최고의 효율을 얻을 수 없다. 본 논문에서는 H.264/AVC에 화소 단위의 예측을 적용한 두 가지 효과적인 인트라 무손실 부호화 방법을 제안한다. H.264/AVC의 인트라 후에 생성된 차분영상에 대해서 화소 단위 예측 방법과 기존의 인트라 예측 방법에 추가적인 인트라 예측 모드로서 화소 단위 예측 방법을 제안한다. 제안된 무손실 부호화 알고리즘은 대부분의 테스트 영상에서 기존의 H.264/AVC FREXt high profile과 비교하여 약 12%~25% 정도 향상된 압축률을 얻을 수 있다.

Abstract

The state-of-the-art H.264/AVC standard was designed for the lossy video coding so that it could not yield the best performance for lossless video coding. In this paper, we propose two efficient intra lossless coding methods by embedding a pixel-wise prediction into the H.264/AVC. One is based on the pixel-wise prediction for the residual signal of the H.264/AVC intra prediction and the other suggests a newly additional intra prediction mode for the conventional intra prediction. We found that the proposed lossless coding algorithms could achieve approximately 12%~25% more bit saving compared to the H.264/AVC FREXt high profile for several test sequences in terms of a compression ratio.

Keywords: H.264/AVC, lossless video coding, DPCM, intra prediction, FREXt

Ⅰ. 서 론

최근에 의료영상이나 컨텐츠 저작 응용을 위한 무손실 압축 부호화에 대한 요구가 증가하고 있다. 이러한 요구에 부응하기 위해 H.264/AVC (Advanced Video Coding) FREXt에서는 새로운 무손실 압축 방식이 지원되었다[1],[2]. H.264/AVC는 현재 가장 널리 사용되고 있는 동영상 압축 표준의 하나로서 ITU-T Video Coding Experts Group (VCEG)과 ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG)이 함께한 Joint Video Team (JVT)에 의해 개발되었다[3]. H.264/AVC의 부호화 방식은 크게 현재 프레임 내에서 이전의 부호화된 주변 블록을 이용하여 현재 코딩 블록을 예측하는 인트라 부호화 방식과 이전에 부호화된 주변 프레임을 이용하여 현재 블록을 예측하는 인터 부호화 방식이 있다. 두 방식 모두 다양한 크기의 블록을 사용하여 공간 예측/움직임 추정을 수행한 후 변환 부호화 과정을 거친 계수들을

* 학생회원, ** 정회원, 광운대학교 컴퓨터공학과
(Dept. of Computer Engineering, Kwangwoon University)
*** 정회원, 세종대학교 인터넷공학과
(Dept. of Internet Engineering, Sejong University)
**** 정회원, 광운대학교 전자공학과
(Dept. of Electronic Engineering, Kwangwoon University)
***** 정회원, 광운대학교 전기공학과
(Dept. of Electrical Engineering, Kwangwoon University)
****** 정회원, 한국전자통신연구원 방송미디어연구그룹
(Broadcasting Media Research Group, ETRI)
접수일자: 2006년3월15일, 수정완료일: 2006년8월25일

부호화한다.[4],[5] 이 같은 블록 기반의 부호화 방식은 손실 압축을 배경으로 개발되었기 때문에 무손실 압축에는 최적의 성능을 낼 수 없다.

이에 본 논문에서는 무손실 압축 환경에서 블록 기반 예측이 아닌 화소 단위 예측을 사용하여 압축 성능을 향상 시킬 수 있는 방법을 제안한다. H.264/AVC의 인트라 예측 후 생성된 차분 영상은 블록 내 화소들 간에 중복성이 존재할 가능성이 있다. 이 차분 영상에 대해 화소단위 Difference Pulse Code Modulation (DPCM)을 적용하여 공간적 중복성을 제거하는 부호화 방법을 제안한다.[6],[7] 또한 새로운 공간 예측 모드로서 화소단위 DPCM 예측을 사용하는 부호화 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안된 방법은 기존의 H.264/AVC FRExt의 무손실 압축에 비하여 12%~25%정도의 비트를 절약 할 수 있다.

Ⅱ장에서는 기존의 압축에 방식에 대해서 알아보고, Ⅲ장에서는 본 논문에서 제안하는 화소 단위 예측 알고리즘을 기술한다. Ⅳ장에서는 제안된 알고리즘에 대해 실험을 통하여 압축 효율을 기존의 방법과 비교한다. 마지막으로 Ⅴ장에서는 결론과 향후 방향을 제시한다.

Ⅱ. H.264/AVC의 인트라 예측 방법

H.264/AVC의 인트라 예측은 어느 한 화소를 예측하는데 있어 그와 인접한 화소가 유사한 값을 가질 가능성이 많다는 특성을 이용한 것이다. 이 예측은 MPEG-4 part 2나 과거의 다른 비디오 표준들이 주파수 평면에서 했던 것과 달리 영상 평면에서 이루어진다.[8] 그리고 4×4나 16×16같은 다양한 블록 크기의 사용이 가능하다. 최근 H.264/AVC FRExt에서는 인트라 코딩에 새로운 8×8 블록까지 포함되었다. H.264/AVC의 4×4와 8×8 블록의 경우는 9가지 방향성을 고려한 예측 모드를 이용하여 현재 블록의 화소 값을 예측한다. 그림 1은 H.264/AVC의 9가지 모드에 대한 방향성을 보여준다. 예를 들어, 모드 0 (vertical)이 선택되면 위 블록의 A, B, C 또는 D 화소 값에 의해서 같은 열에 위치한 모든 화소 값들은 하나의 값에 의해서 예측되어진다.

9가지 모드 중 최적 모드 선택은 H.264/AVC에서 추천하는 RDO (Rate-Distortion Optimization)의 Lagrangian function에 의해서 구해진다[9]. 그 식은 다음과 같다.

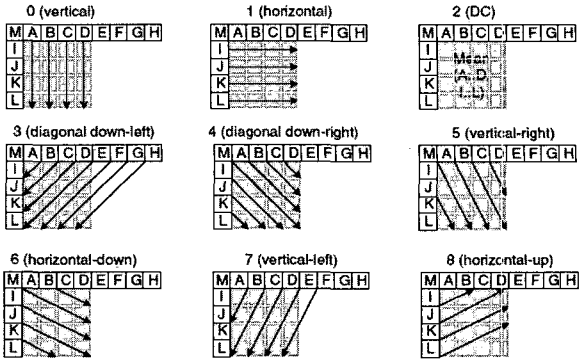


그림 1. 9 가지 인트라 예측 모드
Fig. 1. 9 intra prediction modes.

$$J = Distortion + \lambda_{MODE} \times Rate \quad (1)$$
$$MODE \in [INTRA\ 4\times4, INTRA\ 16\times16]$$

Distortion은 원 영상과 복원된 영상과의 차이이고, Rate는 실제 엔트로피 코딩에 의해 생기는 비트 수를 말한다. λ_{MODE}는 Lagrangian 상수이다. 최적 인트라 모드는 식 (1)의 J 값을 최소로 하는 모드로 결정된다. 이 식에 따라 최적의 모드가 선택되었다고는 하지만 인트라 예측은 블록 기반 예측에 의해서 블록 내의 일정 화소들은 하나의 값으로 예측되기 때문에 블록 안의 화소들 간에는 여전히 공간적 중복성이 존재한다. 이 화소들 간의 중복성은 화소 기반 예측을 통하여 제거될 수 있다.[10] 그러나 손실 압축일 경우에는 블록 기반 변환 부호화와 양자화를 거치면서 데이터 손실이 발생하게 되며 이는 디코딩 과정에서 인코딩 시 사용했던 예측 값을 정확히 알 수 없게 된다. 정확하지 않은 예측 값은 나중에 복호되어지는 블록들에게도 계속 전달되는 문제점이 있다.

Ⅲ. 제안된 화소 단위 예측 방법

본 논문에서는 무손실 압축 환경에서 화소 단위 예측을 이용하여 향상된 압축 방법을 제안한다. 기존 인트라 예측을 통해 얻어진 차분 영상에 대해서 화소 단위 예측을 수행하는 방법과 새로운 예측 모드로서 화소 단위 예측을 사용하는 두 가지 방법을 제안한다.

1. 선택적 차분 영상 DPCM 방법 (Selective-Residual DPCM)

그림 2는 H.264/AVC의 인트라 예측 방법에 차분 영상에 대한 화소 단위 DPCM 방법이 포함된 무손실 인트라 부호화 방식의 시스템 블록도이다.

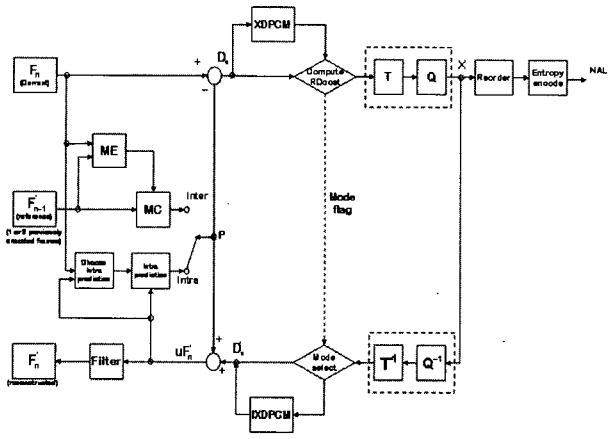


그림 2. 선택적 차분 영상 DPCM 방법 시스템 블록도
Fig. 2. Block diagram of the selective residual DPCM method.

먼저 H.264/AVC 인트라 예측을 통해 얻은 차분 영상을 가지고 블록 내부의 화소간 중복성 제거를 위해서 식 (1)의 RDO에 따라 선택적인 DPCM을 수행한다. DPCM 방법을 사용한 블록 내 중복성 제거는 모든 블록에 대하여 최적의 성능을 보이지는 않는다. 일부 블록들은 RDO 값에 따라 DPCM 예측을 사용하지 않고 부호화되기도 한다. 따라서 인코더 부에서는 현재 블록에 대해서 DPCM 사용 여부를 디코더부로 알려주어야 한다. 이는 압축 비트스트림에 추가 정보가 되지만, DPCM을 사용함에 따라 얻게 되는 비트 이득이 훨씬 크다. H.264/AVC의 무손실 부호화 방식은 변환 부호화 과정과 양자화 과정이 생략되어 엔트로피 코딩을 하게 된다.[11]

2. 화소 단위 공간 예측 모드 (DPCM Prediction Mode)

그림 3은 H.264/AVC에 새로운 예측 모드로서 화소 단위 예측 방법을 포함하는 무손실 부호화 방식의 시스템 블록도이다. 본 논문에서는 영상 간 예측 부호화 방식은 제외하고 인트라 부호화 방식과 본 논문에서 제안하는 새로운 예측 모드로서의 DPCM 방법에 대해 식 (1)의 RDO를 계산한다. 부호화 방법은 식 (2)에 포함된 모드들 중 최소의 에너지를 갖는 모드를 선택하여 부호화하게 된다.

$$MODE \in [INTRA\ 4\times4(9+1), INTRA\ 16\times16]$$
$$MODE \in [DPCM\ prediction\ 16\times16] \quad (2)$$

H.264/AVC의 4×4블록에서 9가지 인트라 예측 모드와 4×4블록에 대하여 이전에 부호화된 주변 블록과 블록내

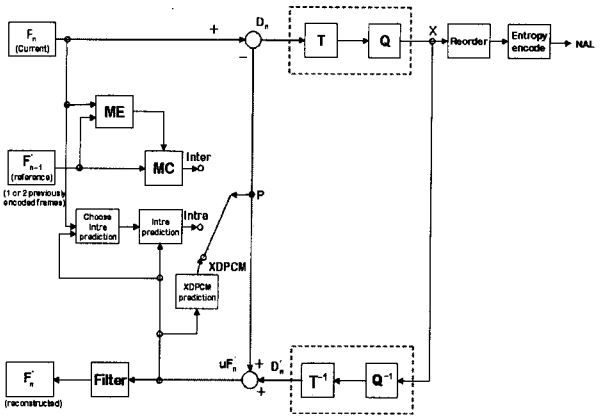


그림 3. DPCM 예측 모드를 사용한 시스템 블록도
Fig. 3. Block diagram of DPCM prediction mode.

부의 화소들을 이용하는 DPCM 예측을 예측 모드로 사용한다. 그리고 16×16블록에 대해서도 기존의 4가지 예측 모드와 제안된 DPCM 예측을 16×16블록에 대해 수행한다. 이 15가지 모드 중 최적의 모드로 부호화를 한다. 이 경우에도 무손실 부호화이기 때문에 변환 부호화 과정과 양자화 과정은 생략되어 엔트로피 코딩된다.

3. 화소 단위 예측 알고리즘

제안된 무손실 인트라 부호화 방법 중 선택적 차분 영상 DPCM 예측은 4×4나 16×16의 각 블록별로 수행된다. 현재 화소 x의 이웃 화소들을 그림 4와 같이 정의한다. 그러면 화소 단위 예측은 그림 5에 보이는 것처럼 블록 내의 위치에 따라 이웃한 화소들을 이용하여 각각 다르게 예측된다. 그림 5에서 블록의 가장 윗줄의 가장 왼쪽에 있는 화소는 주변 화소가 없으므로 예측을

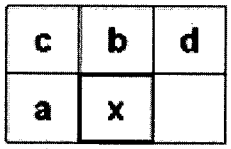


그림 4. 예측될 화소와 그 이웃 화소
Fig. 4. Pixel to be predicted and its neighbors pixels.

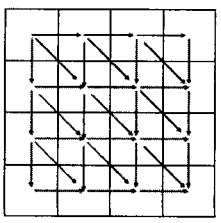


그림 5. 4×4 블록의 예측 방향
Fig. 5. 4×4 prediction directions.

수행하지 않는다. 이 화소를 제외한 가장 윗줄의 화소들은 같은 줄의 왼쪽 화소들에 의해서만 예측되어진다. 유사한 방법으로 가장 왼쪽 줄의 화소들은 위 화소들의 의해서만 예측되어진다. 그 외의 나머지 화소들은 주변 화소들이 모두 존재하므로 이 주변 화소들을 이용하여 예측되어진다.

다른 방법인 공간 예측 모드로서의 화소 단위 예측 방법도 4×4나 16×16의 각 블록별로 수행된다. 그러나 선택적 차분영상 DPCM 방법과 달리 현재 블록에서만 화소 예측을 하지 않고 이전에 부호화된 주변 블록까지 사용하여 화소 예측을 하게 된다. 따라서 공간 예측 모드로서의 DPCM 방법이 차분 영상 DPCM 방법보다 화소 예측이 더 정확할 것이다.

화소 단위 예측 방법은 여러 가지 알고리듬을 통해서 구할 수 있으나 본 논문의 실험에서는 경계 검출 예측 방법 Edge Detect Predictor (EDP)를 사용한다. 경계 검출 방법은 다음과 같다.

$$\hat{x}_{EDP}=\begin{cases}\min(a,b) & if\ c>\max(a,b)\\ \max(a,b) & if\ c<\min(a,b)\\ a+b-c & \text{otherwise}\end{cases}. \quad (3)$$

EDP 알고리듬은 화소 c 값이 가장 클 때, 화소 a, b 중 큰 값이 화소 c와 유사한 값을 가진 경계라고 판단하고 화소 a, b 중 작은 값을 x의 예측 값으로 사용한다. 반대로 화소 c가 가장 작은 값일 때에는 화소 a, b 중 큰 값을 x의 예측 값으로 사용하게 된다. 그 밖의 경우는 경계가 없다고 판단라고 정의된 수식 $a+b-c$에 의해서 x 값을 예측하게 된다. DPCM을 기반으로 하는 JPEG 무손실 압축에서 사용하던 화소 단위 예측은 화소 간의 중복성 제거에 효과적이라고 알려져 있다[12]. 그러나 DPCM만을 사용하던 JPEG 무손실 방법과 달리 제안된 무손실 압축 방법은 기존의 H.264/AVC의 예측 방법과 화소 단위 예측을 RD-optimization에 따라서 선택적으로 사용하여 압축 효율을 극대화 시킨다.

4. 색차 신호에 대한 화소 단위 예측 방법

색차 신호에 대한 화소 단위 예측은 휘도 신호에서 사용했던 방법과 동일하게 적용된다. H.264/AVC의 색차에 대한 인트라 예측은 8×8블록에서 4가지 모드 중 최적 모드를 선택하게 된다. 선택적 DPCM 방법은 인트라 예측 후 생성된 차분 신호에 식 (1)의 RDO에 따라 DPCM 적용 유무를 결정하고 부호화된다. 공간 예측모드로의 DPCM 방법은 식 (4)처럼 기존 4가지 예측 모드에 8×8 DPCM 예측 모드를 추가하여 이들 중 최소의 에너지를 갖는 모드를 선택한다.

$$MODE \in [INTRA\,8\times 8]$$
$$MODE \in [DPCM\,prediction\,8\times 8] \quad (4)$$

IV. 실험 결과 및 토의

제안된 무손실 인트라 부호화의 성능 평가를 위해 H.264/AVC에서 제공하는 JM reference software version 9.8에서 제안된 방법을 구현하였다[13]. 실험 영상은 176×144 크기 (QCIF)이며, 영상 포맷은 4:2:0를 사용한다. "Foreman", "Carphone", "News", 그리고 "Stefan"등의 시퀀스를 사용하고, 각 시퀀스는 100 프레임에 대해 기존의 무손실 인트라 부호화 방식과 제안된 두 가지 방법으로 부호화하였다.

그림 6에서는 실험 영상에 대해서 인트라 예측 후 생성된 차분 영상이 가진 신호 분포 히스토그램과 제안된 두 가지 방법이 가진 신호 분포 히스토그램을 보여준다. 주어진 실험 시퀀스들에 대해서 임의의 두 프레임을 선택하여 H.264/AVC의 무손실 인트라 예측을 수행한 후 차분 영상 신호에 대한 분포와 제안된 차분 영상에 대한 선택적 DPCM (SR-DPCM) 방법과 DPCM 예측 모드 방법을 적용한 영상 신호의 분포를 나타내었다. 실험 결과 모든 시퀀스에서 제안된 두 가지 DPCM 방법을 사용한 차분 영상의 에너지가 0에 가까운 작은 값으로 모이게 된다. 그리고 SR-DPCM 방법에 의한 에너지 감소보다 DPCM 예측 모드 방법에 의한 차분 영상 에너지 감소가 더 크게 나타난다. 이것은 DPCM 예측 모드 방법이 더 예측이 잘 되며, 압축 효율이 더 좋을 것으로 예상된다. 제안된 두 가지 방법을 사용한 영상 부호화는 더 작은 크기의 차분 신호를 이용하기 때문에 압축률 향상에 기여하게 된다.

표 1에서는 그림 6에서 보여준 차분 신호 감소에 대한 휘도 성분과 색차 성분 에너지 크기를 각각 보여준다. 각 차분 영상에 대한 에너지 크기는 Mean Square Error (MSE)를 통해서 그 신호의 크기를 구한다. 제안된 두 가지 방법으로 얻은 신호는 기존의 H.264/AVC 무손실 인트라 예측의 차분 영상이 가진 신호를 크게 줄여준다.

먼저 SR-DPCM 방법은 휘도 성분에 대해서는 최대 85%정도 에너지 감소가 있으며, 색차 성분에 대해서는

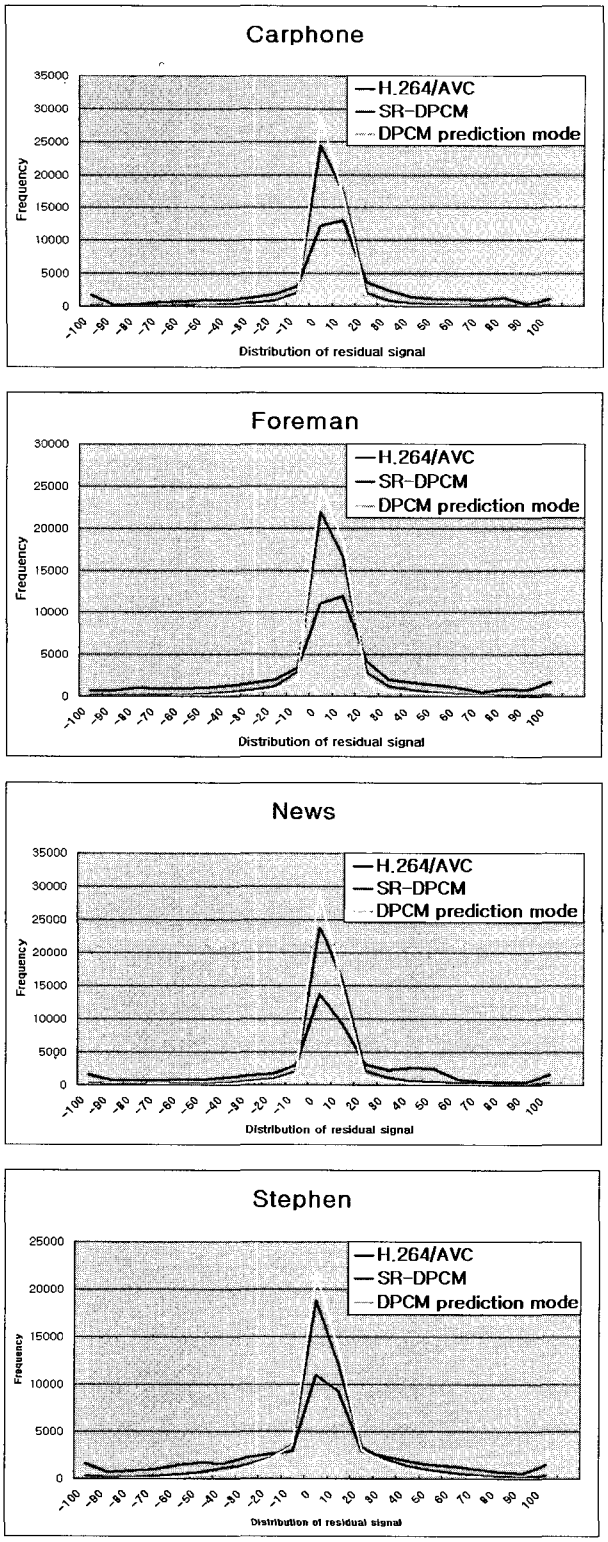


그림 6. H.264/AVC와 제안된 방법에 대해 차분 신호의 분포 비교

Fig. 6. Comparison of error distributions of residual signal by the H.264/AVC and proposed method.

95%까지 에너지가 줄어든다. 또한, DPCM 예측 모드 방법은 휘도 성분에 대해 최대 95%의 에너지 감소를

표 1. 휘도와 색차 신호의 에너지 감소율

Table 1. Reduction ratios of signal energy for luma and chroma components.

		MSE		Residual energy reduction ratio(%)
		H.264/AVC	SR-DPCM DPCM prediction mode	
Carphone	Luma	1871.62	290.35	84.5
			85.41	95.5
	Chroma	101.41	7.00	93.1
			3.98	96.1
Foreman	Luma	1829.80	348.15	81.0
			124.94	93.2
	Chroma	174.22	10.55	94.0
			7.45	95.7
News	Luma	2165.40	477.00	78.0
			173.20	92.0
	Chroma	383.03	18.20	95.3
			6.97	98.2
Stefan	Luma	2039.34	687.50	66.3
			322.70	84.2
	Chroma	217.69	21.69	85.5
			14.61	93.3

보이며, 색차 성분에 대해서는 98%까지 에너지 감소가 된다. 특히, 색차 성분은 각 시퀀스별로 휘도 성분에 비해 10%~20%의 에너지 감소 효과를 보인다. 이는 색차 성분이 휘도 성분 영상에 비하여 공간적으로 유사한 화소 값으로 구성된 영상을 가지는 특성이 있기 때문에 화소 단위 DPCM의 효과는 색차 성분에서 좋게 나타난다.

그림 7은 4개의 실험 시퀀스에 대해서 프레임 당 비트율을 보여준다. H.264/AVC FREXt의 무손실 압축 방식에 의한 비트율과 본 논문에서 제안하는 두 가지

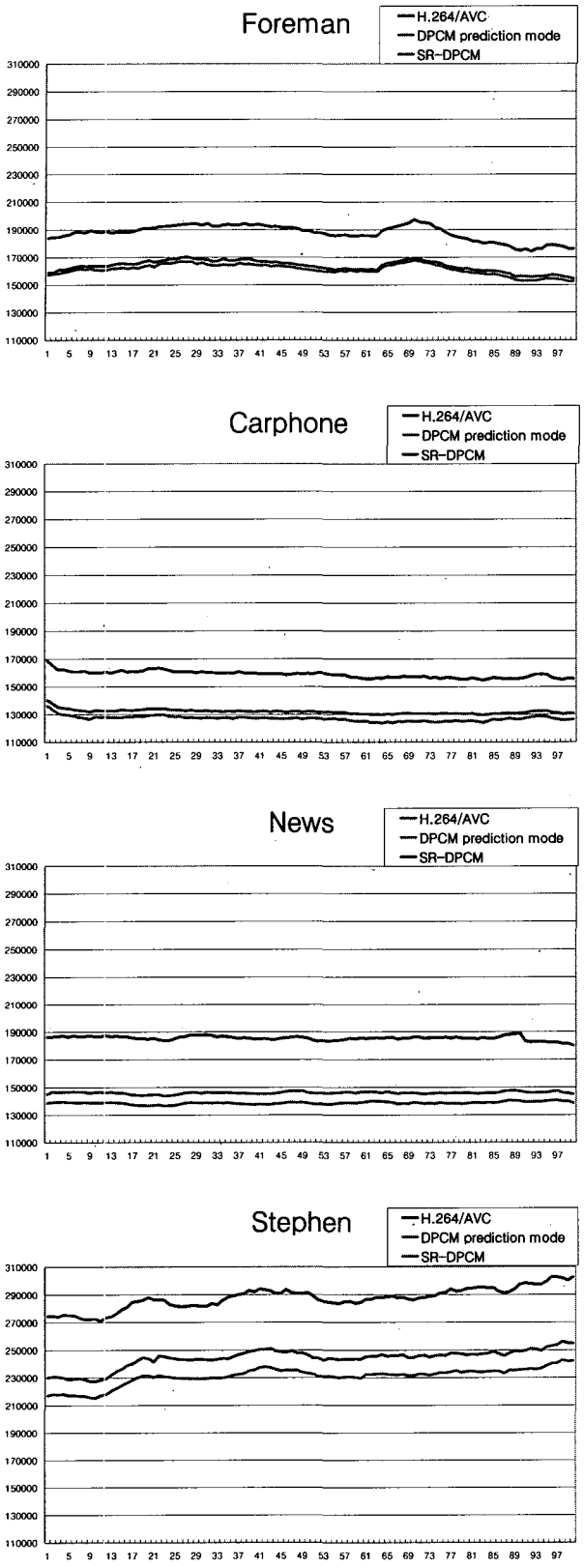


그림 7. H.264/AVC와 제안된 방법에 대해 차분 신호의 분포 비교

Fig. 7. Comparison of error distributions of residual signal by the H.264/AVC and proposed method.

표 2. 제안된 무손실 부호화의 비트 감소율

Table 2. Bit saving with the proposed lossless coding.

Test sequence	JM 9.8	SR-DPCM	DPCM Prediction mode
	Bits/frame	Bits/frame	Bits/frame
		DPCM selection ratio(%)	DPCM mode selection ratio(%)
Foreman	187633.9	163659.4 (12.8%)	161305.5 (14.0%)
		75.75	68.15
Carphone	158658.9	131982.0 (16.8%)	126952.2 (20.0%)
		85.65	89.80
News	185725.3	145960.1 (21.4%)	138539.0 (25.4%)
		93.54	94.73
Stefan	287518.7	244025.4 (15.1%)	230950.4 (19.7%)
		98.73	98.00

화소 단위 DPCM 방법에 대한 비트율을 나타낸다. 그림에서는 비트율의 최소 값과 최대 값을 모든 실험 영상에 동일하게 그려서 각 시퀀스에 대한 비트 효율을 비교해서 보여준다. 본 논문에서 제안한 방법들은 종래의 H.264/AVC FREext의 무손실 압축 방법에 비해서 매크로 블록 당 뺄셈 연산이 240번, 비교 연산이 432번이 추가된다. 인코딩 되는 연산 시간은 평균적으로 1.43배 정도 더 걸리지만 모든 시퀀스에 대해서 압축 효율이 높게 나타난다. DPCM 예측 모드 방법은 모든 시퀀스에서 SR-DPCM 보다 더 좋은 압축 성능을 보인다. 특히 "Stefan"시퀀스의 경우처럼 움직임이 크고 복잡한 영상은 인트라 예측 후에도 많은 차분 에너지를 가지고 있을 가능성이 커지므로 좀 더 예측을 정확하게 하는 공간 예측 모드로서의 DPCM의 성능이 크게 향상되었다.

표 2에서는 제안된 알고리즘이 전체 매크로 블록에 대해서 SR-DPCM 방법과 DPCM 예측 모드 방법이 선택되어진 매크로 블록의 선택율과 프레임 당 평균 비트율을 보여준다. 제안된 SR-DPCM 방법은 평균적으로 88.4% 정도가 DPCM 방법을 사용하여 부호화된다. 공간 예측 모드로서의 DPCM 방법은 평균적으로 87.6%가 이 모드로 선택되어져 부호화가 이루어진다. 두 가

지 방법에서 DPCM 방법의 선택율은 비슷하게 나타나지만, 기존의 H.264/AVC의 무손실 압축 방법에 비해 SR-DPCM의 경우는 16.5%의 비트율 감소를 보이고, 예측 모드로서의 DPCM 방법에서는 19.8%의 비트율 감소 효과를 얻을 수 있다. 예를 들어 "News"시퀀스 같은 경우는 차분 영상에 대한 화소 단위 예측을 사용하면 20% 이상의 높은 압축 이득을 얻을 수 있다. 또한 공간 예측 모드로서의 DPCM을 사용하게 되면 최대 25%까지의 높은 압축 이득을 얻는다. 공간 예측 모드로서의 DPCM 방법은 현재 블록에서만 예측되는 것이 아니라 주변 블록으로 부터의 예측까지 사용한다. 이것은 차분영상에 대한 선택적 DPCM 방법이 가장 윗줄과 가장 왼쪽 줄에서 제한적인 화소 예측이 사용되었던 문제점을 보안하였기 때문에 더 나은 압축률을 가져온다. 대체적으로 공간 예측 모드로서 DPCM 방법이 약 2%~4%정도 부호화 효율이 높게 나타난다.

V. 결 론

이 논문은 H.264/AVC의 무손실 압축 효율을 높이는 동영상 부호화 알고리즘을 개발하는 것이다. 제안하는 방법은 H.264/AVC의 인트라 예측에 의해 생성된 차분 영상에 화소 단위 예측을 적용시키는 부호화 방법(SR-DPCM)과 기존의 인트라 예측 모드에 추가적으로 새로운 예측 모드로서의 화소 단위 예측을 사용하는 방법이다. 종래의 인트라 예측의 성능 한계와 무손실 압축 방식이라는 점을 이용하여 화소 단위 예측을 수행하며, 제안된 두 가지 방법 모두 기존의 압축 방법에 비하여 향상된 압축 효율을 보여준다. SR-DPCM은 약 16.5%의 압축 효율을 보이며, 예측 모드로서의 DPCM은 약 19.8%의 압축 효율이 있다.

본 논문에서 제안한 알고리즘은 무손실 압축을 요구하는 많은 응용분야에서 성능 향상에 기여할 것이며, 발전 방향으로는 현재 인트라 부호화에만 적용하던 화소 단위의 예측을 인터 부호화 방식에서도 적용시켜 나가야 할 것이다. 또한 무손실 압축 방식이 아닌 손실 압축 방식에도 확장 가능하도록 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

[1] JVT of ITU-T and ISO/IEC, "Draft Text of H.264/AVC Fidelity Range Extensions Amendment," JVT L-047, July 2004.

[2] Gary J., Pankaj T., Ajay L., "The H.264/AVC Advanced Coding Standard: Overview and Introduction to the Fidelity Range Extensions," *SPIE Conference on Application of Digital Processing* vol. 5588, pp. 454-474, 2004.

[3] ISO/IEC, "ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 Coding of Moving Picture and Audio," *Draft of version 4 of ISO/IEC 14496-10 (E)* MPEG05/N7081, Apr. 2005.

[4] Thomas Wiegand, Gary J. Sullivain, Gisle Bjontegaard, Ajay Luthra, "Overview of the H.264/AVC Video Coding Standard," *IEEE Trans. On Circuits and Systems for video technology,* vol. 13. issue 7. pp.560-576 July 2003.

[5] Tamhankar. A, Rao. K. R., "An overview of H.264/MPEG-4 Part 10," *4th EURASIP conference on Video/Image Processing and Multimedia Communications,* vol. 15, pp. 19-34 June 2003.

[6] Iain E. G. Richardson, *Video Codec Design,* Wiley, pp. 30-31 2002.

[7] Chen, K., Ramabadran. T. V., "Near-Lossless Compression of Medical Images Through Entropy-Coded DPCM," *IEEE Trans. Medical Imaging,* vol. 13, no. 3, Sept. 1994.

[8] ISO/IEC 14496-2, "Coding of audio-visual object - part 2:Visual," *ISO/IEC JTC1,* MPEG-4 Visual version 1, April 1999.

[9] Keng-Pang Lim, Gary Sullivan, Thomas Wiegand, "Text Description of Joint Model Reference Encoding Methods and Decoding Concealment Methods," *Draft International standard,* Jan. 2005.

[10] Yung-Lyul Lee, Ki-Hun Han, Sung-chang Lim, "lossless Intra Coding for Improved 4:4:4 Coding in H.264/MPEG-4 AVC," *JVT of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEQ,* JVT-P016, July 2005.

[11] S. Sun, "New Results of Lossless Coding," *JVT of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEQ,* JVT-D028, May 2002.

[12] Marcelo J., Gadiel Seroussi, Guillermo Sapiro, "The LOCO-I Lossless Image Compression Algorithm: Principles and Standardization into JPEG-LS," *IEEE Trans. Image processing,* vol. 9, no. 8, 2000.

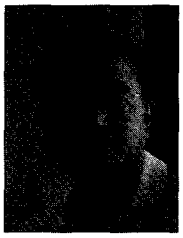
[13] JVT Model reference software from ftp://ftp3.itu.ch/jvt-site/reference_software/jm98.zip

저 자 소 개

남 정 학(학생회원)
2006년 광운대학교 컴퓨터공학과 학사 졸업.
2006년~현재 광운대학교 컴퓨터공학과 석사 과정.
<주관심분야 : 영상 압축, 3DAV>

심 동 규(정회원)
1999년 서강대학교 전자공학과 공학박사.
1999년~2000년 (주)현대전자.
2000년~2002년 (주)바로비젼.
2002년~2005년 Univ. of Washington
2005년~현재 광운대학교 컴퓨터공학과 (조교수)
<주관심분야 : 영상신호처리, 영상압축, 컴퓨터 비젼>

이 영 렬(정회원)
1985년 서강대학교 전자공학과 학사
1987년 서강대학교 전자공학과 석사
1987년~1994년 삼성전자 선임연구원
1999년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사
1999년~2001년 삼성전자 수석연구원
2001년~현재 세종대학교 인터넷공학과 교수
<주관심분야 : 영상처리, 멀티미디어시스템, 영상 압축>



오 승 준(정회원)
1980년 서울대학교 전자공학과 학사
1982년 서울대학교 전자공학과 석사
1988년 미국 Syracuse Univ. 전기 및 컴퓨터공학과 박사
1982년~1992년 한국전자통신연구원 (멀티미디어 연구실 실장)
1992년~현재 광운대학교 전자공학과 교수
<주관심분야 : 비디오처리, 영상압축, 멀티미디어 시스템>

안 창 범(정회원)
1981년 서울대학교 전자공학과 학사
1983년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
1986년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사
1991년 Univ. of California, Irvine 조교수
1992년 생산기술연구원 전자정보센터 부교수
1992년~현재 광운대학교 전기과 교수
<주관심분야 : 화상처리, 다차원신호처리, 의학영상시스템>

박 호 종(정회원)
1986년 서울대학교 전자공학과 학사
1987년 Univ. of Wisconsin-Madison 석사
1993년 Univ. of Wisconsin-Madison 박사
1993년~1997년 삼성전자 선임연구원
1997년~현재 광운대학교 전자공학과 교수
<주관심분야 : 디지털통신, 신호처리>

서 정 일(정회원)
1994년 경북대학교 전자공학과 학사
1996년 경북대학교 전자공학과 석사
2005년 경북대학교 전자공학과 박사
1998년~2000년 LG반도체 주임연구원
2000년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원
<주관심분야 : 음향압축, 음향신호처리, 음성신호처리, 객체기반 3차원 오디오 신호처리, MPEG, DMB>

강 경 옥(정회원)
1985년 부산대학교 물리학과 학사
1988년 부산대학교 물리학과 석사
2004년 한국항공대학교 항공전자공학과 박사
1991년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
<주관심분야 : 디지털 방송, 메타데이터 신호처리, 음향신호처리, 객체기반 3차원 오디오 신호처리>