

Wavelet 변환과 3-D 블록분할을 이용하는 Embedded 비디오 부호화기

Embedded Video Compression Scheme using Wavelet Transform and 3-D Block Partition

양창모, 임태범, 이석필

Change-Mo Yang, Tae-Beom Lim and Seok-Pil Lee

Abstract - In this paper, we propose a low bit-rate embedded video compression scheme with 3-D block partition coding in the wavelet domain. The proposed video compression scheme includes multi-level 3-dimensional dyadic wavelet decomposition, raster scanning within each subband, formation of block, 3-D partitioning of block, and adaptive arithmetic entropy coding. Although the proposed video compression scheme is quit simple, it produces bit-stream with good features, including SNR scalability from the embedded nature. Experimental results demonstrate that the proposed video compression scheme is quit competitive to other good wavelet-based video coders in the literature.

Key Words : Video Compression, Wavelet, Embedded Coding, Scalability, Block Partition

1. 서론

H.26x 시리즈 권고안이나 MPEG과 같은 기존의 표준에서는 영상을 일정한 크기를 가지는 블록으로 분할하여 이산여현변환(Discrete Cosine Transform)과 양자화를 수행하기 때문에 낮은 비트율에서 블록화 현상이 발생한다. 또한, 단일 압축 시스템에서 계위 부호화를 지원하기가 어렵다. 최근에는 이러한 문제점들을 해결하는 새로운 부호화 방법들이 연구되고 있다. 이러한 방법들 중 대표적인 것이 이산웨이브렛 변환(Discrete Wavelet Transform)을 이용하는 부호화 방법이다.

이산웨이브렛변환을 이용하는 비디오 부호화기는 시간적 중복성을 줄이는 방법에 따라 크게 예측 부호화 방식과 3-D 대역 부호화 방식으로 분류된다.

움직임 보상을 이용하는 예측 부호화 방식은 움직임 예측 및 움직임 보상을 수행한 후, 잉여 양자화를 수행하는 방식이다. 대표적인 방법으로는 Lee와 Oh가 제안한 방법이 있다[1]. 이 논문에서는 이산웨이브렛변환 영역에서 움직임 예측 및 움직임 보상을 수행하는 다중 해상도 움직임 예측 및 움직임 보상(MRME/MRMC)[2] 방법을 이용하였다. 잉여 양자화 방법으로는SPIHT[3] 부호화 방법을 이용하였다.

3-D 대역 부호화 방식에서는 입력되는 비디오 화면 집합에 3-D 웨이브렛 분해를 수행한 후에, 기존의 정지영상 부호화 방법을 3-D로 확장하여 비디오를 부호화한다. 대표적인

부호화기로는 Tham이 제안한 3-D 비디오 부호화기[4]와 Kim이 제안한 3-D SPIHT[5]이 있다. Tham이 제안한 비디오 부호화기는 웨이브렛 변환 계수들을 TRI-ZTR이라 일컫어지는 데이터 구조를 이용하여 양자화 한다. 3-D SPIHT은 기존에 정지영상을 부호화하기 위해 제안되었던 SPIHT[3] 부호화 방법을 3차원으로 확장하여 양자화를 수행한다.

본 논문에서는 3-D 블록분할을 이용하는 새로운 3-D 대역부호화 방법을 제안한다. 먼저, 일정 시간 연속되는 비디오 프레임에 3-D 이산웨이브렛변환을 취한다. 그런 후에, 3-D 블록분할 방식을 이용하여 웨이브렛 계수들을 양자화 한다. 3-D 블록분할은 변환 계수의 지역성을 이용하여 중요 계수들을 정렬 및 분할하기 위한 것이다. 3-D 블록분할 여부, 계수의 중요도, 계수의 부호는 적응적 산술 부호기(Adaptive Arithmetic Coder)를 이용하여 부호화 한다

2. Wavelet 변환

이산웨이브렛변환은 입력되는 영상신호에 다상 분해를 수행하는 변환 방식이며, 일반적으로 Quadrature Mirror Filter(QMF)를 이용하여 구현된다. 제안된 비디오 부호화기에서는 입력되는 일정시간 연속되는 비디오 프레임(Group of Frame, GOF)에 시간적으로 1-D 이산웨이브렛변환을 취하고, 공간적으로 2-D 이산웨이브렛변환을 취하는 3-D 이산웨이브렛변환 방식을 사용하였다. 이산웨이브렛변환을 이용하여 수평 및 수직방향으로 저주파 대역 필터와 고주파 대역 필터를 적용하고, 2:1의 부표본화(Sub-sampling)를 수행하여, 1-D 이산웨이브렛변환에서는 2개의 부대역(Subband)을 얻을 수 있으며, 2-D 이산웨이브렛변환에서는 4개의 부대역을 얻을 수 있다. 이러한 과정을 통해 얻어진 가장 낮은 주파수 대역에서는 영상의 대부분의 신호 에너지가 몰려있으므로, 이 주

저자 소개

* 양창모: 전자부품연구원 디지털미디어연구센터 전임연구원

** 임태범: 전자부품연구원 디지털미디어연구센터 선임연구원

***이석필: 전자부품연구원 디지털미디어연구센터 책임연구원

표 1. 평균 PSNR 비교

부호화 방법	Bit Rate	MOTHER AND DAUGHTER (YUV) dB			HALL MONITOR (YUV) dB		
제안한 방법	30 kbps	34.77	41.11	41.78	33.61	37.60	40.10
	60 kbps	37.55	43.18	43.77	38.15	40.22	42.28
3-D SPIHT	30 kbps	32.71	-	-	32.95	38.15	40.68
	60 kbps	35.57	-	-	37.95	40.41	42.38

범과는 달리, 제안된 비디오 부호화 방법에서는 모든 컬러 정보가 동일하게 취급되어, 하나의 부호화 시스템에서 동시에 부호화된다. 그럼으로써, 컬러 부호화에서도 임베디드 특성이 유지된다. 그림 4는 일반적인 컬러 부호화 방법과 제안된 비디오 부호화에서 사용한 컬러 비디오 부호화 방법의 차이점을 보여주고 있다.

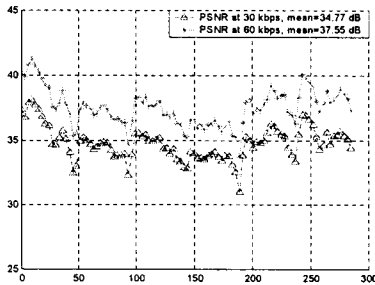
30 kbps와 60 kbps로 부호화 한 휘도(Luminance)의 PSNR 결과를 보여준다. 표 1은 제안된 비디오 부호화 방법과 3-D SPIHT[5]를 비교한 결과를 보여준다. 표에서 알 수 있듯이, 제안된 비디오 부호화 방법은 3-D SPIHT에 비해 다소 향상된 압축 효율을 제공한다.

5. 결론

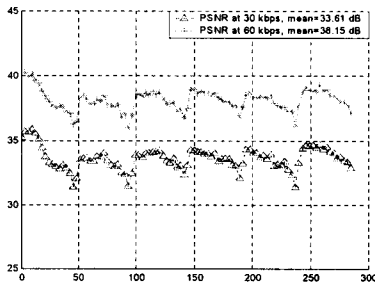
본 논문에서는 블록화 현상도 발생하지 않고 단일 압축 시스템에서 계위 부호화를 지원하기에도 용이한 이산웨이브렛 변환을 이용하는 비디오 부호화기를 제안하였다. 제안된 비디오 부호화기는 3-D 이산웨이브렛변환과 3-D 블록 분할, 엔트로피 부호화로 구성된다. 모의실험을 통해 보인 것처럼, 본 논문에서 제안한 비디오 압축 부호화기를 이용하여, 임베디드 특성을 유지하면서도, 기존의 3-D SPIHT에 비해 다소 향상된 압축 효율을 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] J. Y. Lee, H. S. Oh and S. J. Ko, "Motion-Compensated Layered Video Coding for Playback Scalability", IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Tech., vol. 11, no. 5, pp. 619-628, May 2001.
- [2] S. Zafar, Y. Zhang, and B. Jabbari, "Multi-scale Video Representation using Multi-resolution Motion Compensation and Wavelet Decomposition", IEEE Journal on Selected Areas in Comm., vol. 11, no. 1, pp. 24-35, Jan. 1993.
- [3] A. Said and W. Pearlman, "A New, Fast and Efficient Image Codec based on Set Partitioning in hierarchical Trees", IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Tech., vol. 6, no. 3, pp. 243-250, June 1996.
- [4] J. T. Tham, S. Ranganath and A. A. Kassim, "Highly Scalable Wavelet-based Video Codec for Very Low Bit-Rate Environment", IEEE Journal on Selected Areas in Comm., vol. 16, no. 1, pp. 12-27, Jan. 1998.
- [5] B. J. Kim, Z. Xiang and W. A. Pearlman, "Low Bit-Rate Scalable Video Coding with 3-D Set Partitioning in Hierarchical Trees", IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Tech., vol. 10, no. 8, pp. 1374-1387, Dec. 2000.
- [6] J. Shapiro, "Embedded Image Coding using Zerotrees of Wavelet Coefficients", IEEE Trans. on Signal Proc., vol. 41, no. 12, pp. 3445-3462, Dec. 1993.



(a) MOTHER AND DAUGHTER



(b) HALL MONITOR

그림 4. 30 kbps와 60 kbps의 PSNR 결과

4. 실험결과 및 분석

제안한 비디오 부호화기의 이산웨이브렛변환에는 3 level 9/7-tap biorthogonal 선형위상 필터를 사용하였다. 제안된 비디오 부호화기의 성능을 측정하는 기준으로는 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)을 이용하였다. 성능평가를 위해서는 30 fps(frame per second), 4:2:0 형식으로 구성된 176×144 크기의 MOTHER AND DAUGHTER와 HALL MONITOR 비디오 시퀀스를 사용하였다. GOF의 크기는 16개의 프레임으로 하였고, 초기 블록은 부대역 자체를 사용하였다. 그림 4는 제안된 비디오 부호화기를 이용하여 비디오 시퀀스를 10fps,