

## 다중 가중 인자를 이용한 개선된 SPIHT 비디오 부호기

정용재, 강경원, 서호찬, 권기룡\*, 문광석

부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부, \*부산외국어대학교 전자컴퓨터공학부

### Improved SPIHT video coder using Multi-weighting factor

Yong-Jae Jeong, Kyung-Won Kang, Ho-Chan Seo, Ki-Ryong Kwon\*, Kwang-Seok Moon

Division of Electronic, Computer and Telecommunication Engineering, Pukyong National University

\*School of Electronic and Computer Engineering, Pusan University of Foreign Studies

E-mail : jyj034@imagelab.pknu.ac.kr

#### 요약

초저속 전송 통신망에서 비디오 전송을 효율적으로 하기 위한 시스템은 낮은 비디오 전송율에서 높은 압축율을 갖는 부호화 방법들이 사용된다. 현재 저속 통신을 위한 부호화 표준으로 대표적인 ITU-T의 H.263은 DCT기반이므로 낮은 비트율에서 블록화 현상이 발생한다. 본 논문에서 제안하는 다중 가중 인자를 이용한 SPIHT 비디오 부호기는 H.263에 비하여 동영상의 PSNR이 우수한 성능을 보였고 기존 SPIHT 비디오 부호기보다도 PSNR이 우수함을 확인하였다.

#### I. 서론

최근 멀티미디어에 대한 관심이 높아지면서 관련된 멀티미디어 통신 서비스에 관한 연구가 국내외에서 활발히 진행되고 있다. 멀티미디어 정보 중에서 동영상 정보는 많은 정보량을 가지고 있어서 고압축이 필요하다. 이러한 이유로 효율적으로 동영상을 전송하기 위한 부호화 기법이 필요하게 되었다. 현재 동영상 부호기로 사용되고 있는 것에는 MPEG2, H.263등이 있다[1,2]. 이 중 H.263은 초저속 전송에서 사용되는 규약이다. 그러나 H.263에서 사용된 DCT 기반 부호화 방법은 저비트율에서 블록킹 현상(blocking effect)이 발생하는데 비해 웨이브릿 변환은 블록킹 현상이 발생하지 않고 계산량이 적다. 따라서 낮은 비트율에서는 웨이브릿 변환을 이용하는 방법이 효과적이다.

웨이브릿 변환기반 압축하는 방법에는 EZW와 SPIHT

방법이 있다[3,4]. 이 방법은 주어진 영상에 대해 비트율 제어(control bitrate)가 가능할 뿐만 아니라 낮은 비트율에서 좋은 화질을 유지할 수 있다.

본 논문에서는 SPIHT 비디오 부호기에서 화면내 프레임의 웨이브릿 변환 후 다중 가중 인자를 적용하여 화면내 프레임의 PSNR을 높이고 이어서 부호화기로 들어오는 화면간 프레임의 화질 또한 높아져 전체 동영상의 화질의 향상을 가져오는 동영상 부호화기를 제안한다.

#### II. SPIHT(set partitioning in hierarchical trees)와 SPIHT 비디오 부호기

SPIHT는 웨이브릿 분해된 영상을 효율적으로 부호화하는 방법중의 하나이다. 이 방법은 EZW 부호화시 하나의 심볼에 2비트를 할당하므로 데이터 양이 많아지는 단점을 개선하였을 뿐만 아니라 비트단위로 처리할 수 있어 사용자가 원하는 비트율을 정확하게 맞출 수 있다.

EZW와의 차이는 웨이브릿 분해된 계수들을 계수의 중요도에 따라 부분 집합으로 분할하여 분할된 계수들을 부호화하는 것이다. 이는 가장 큰 계수가 가장 큰 정보량을 가지고 있다는 점에서 큰 계수를 먼저 전송함으로써 영상의 자기 상관성을 이용하여 효율적인 부호화를 수행하게 된다.

SPIHT알고리즘은 웨이브릿 계수들의 계층적구조를 이용하여 식(1)에서 2<sup>n</sup>을 임계값으로 하여 분류 과정(sorting pass)과 세분화 과정(refinement pass)에 의해 부호화를 하게된다.

$$n = \lceil \log_2(\max_{(i,j)} \{ |C_{i,j}| \}) \rceil \quad (1)$$

여기서,  $C_{i,j}$ 는 좌표  $(i,j)$ 에서의 웨이블릿 계수이다. 웨이블릿 계수들은 이 임계값보다 크면 유효 계수 (significant coefficient)라 하고, 작으면 무효 계수 (insignificant coefficient)라 한다. 웨이블릿 계수들은 그림 1과 같이 부밴드 사이의 공간적인 트리구조를 구성할 수 있다. 이러한 구조를 가지는 웨이블릿 계수는 일반적으로 에너지의 대부분이 저주파 부밴드로 갈수록 높아진다.

SPIHT 부호화는 *LSP*(list of significant pixel), *LIP*(list of insignificant pixel), *LIS*(list of insignificant set)라는 세 개의 리스트를 사용하여 수행한다. *LIP*는 무효 계수들의 집합이고 *LIS*는 무효계수의 그룹들의 집합이며 *LSP*는 유효계수들의 집합이다. *LIS*는 다시 descendant에 따라 A-type과 B-type으로 나뉘게 된다. A-type은 어떤 계수를 중심으로 하위대역의 모든 descendant들이 무효계수일 경우이고 B-type은 바로 아래 하위대역에 존재하는 계수를 제외한 나머지 하위대역에 존재하는 계수들을 무효계수로서 그룹화하는 것이다.

부호화 알고리즘은 초기화, 분류과정, 세분화 과정과 quantization-step update의 네 단계로 이루어진다.

- 1) 우선 *LSP*를 비워두고 가장 상위에 있는 계수들을 *LIP*에 넣고 *LIP*의 계수들 중에서 descendant를 *LIS*에 넣는다.
- 2) 분류화 과정에서는 *LIP*를 순서대로 조사해 가면서 유효계수이면 *LSP*에, 무효계수이면 *LIP*에 각각에 추가시킨다. *LIS*는 descendant에 관한 것으로 A-type과 B-type으로 구분하여 수행 하게된다.
- 3) 세분화 과정에서는 *LSP*의 정보를 양자화하는 단계이다.
- 4) 임계값을 2로 낮추어 원하는 비트율에 도달 할 때까지 단계 2)를 반복 수행하게 된다.

위와 같은 단계를 반복적으로 수행하게되어 계수들을 크기 순서로 정렬하게 되고 이렇게 정렬된 계수들을 코딩하게 된다.

또한 비트 단위로 처리되는 과정이므로 부호화 및 복호화에서 사용자가 원하는 비트율을 정확하게 맞출 수 있는 임베디드 특성이 나타나게 된다.

현재 표준화된 동영상 압축 부호화는 기본 알고리즘으로 DCT를 사용하고 있다.

DCT의 단점은 정규화된 블록단위의 연산이 수행되므로 양자화시 발생하는 블록간 이웃되는 픽셀들간의 불일치, 블록단위로 이뤄지는 움직임 예상과 움직임 보상에서 이

웃된 블록들간에 생기는 불일치, 그리고 시스템 버퍼내의 참조 영상에서 일어나는 블록간의 불일치로 인한 블로킹 현상이 발생한다.

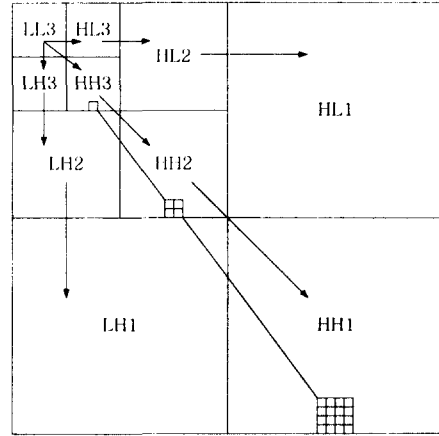
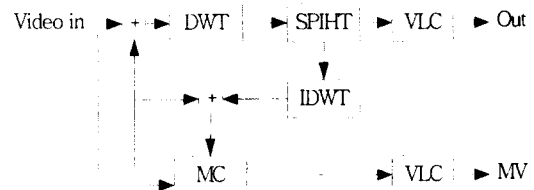


그림 1. 웨이블릿 변환 계수들의 트리구조

특히 고압축일 경우 블로킹 현상이 심하게 나타나는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복할 뿐만 아니라 스케일러블한 전송 특성을 얻기 위해 웨이블릿 변환 영역에서 SPIHT를 이용한 동영상 부호화 방법이 있다.[5,6] SPIHT비디오 부호기는 화면내(intra) "I" 픽처와 화면간(inter) "P" 픽처로 구성되어 부호화가 되며, 변환된 픽처는 SPIHT와 VLC(variable length coding)에 의해 부호화되고, 나머지 남아있는 프레임인 화면간 픽처는 H.263의 OBMC(overlapped block motion compensation)에 의해 생성된 보상영상을 SPIHT에 의해 부호화한다. SPIHT는 목표로하는 비트율에서 정지영상 부호화시 가장 좋은 성능을 보이는 부호기중 하나로 인식되어져 있다. 알고리즘의 임베디드 특성은 목표로하는 비트율에서 정확히 프레임 임을 부호화하는 것이 가능하도록한다. 그림 2는 SPIHT를 이용한 동영상 부호화의 블록도를 나타낸다.



|       |  |
|-------|--|
| DWT   | Discrete Wavelet Transform             |
| IDWT  | Inverse Discrete Wavelet Transform     |
| SPIHT | Set partitioning in hierarchical trees |
| MC    | Motion Compensation                    |
| VLC   | Variable Length Coder                  |
| Out   | Out bits                               |
| MV    | Motion vector                          |

그림 2. SPIHT 비디오 부호기

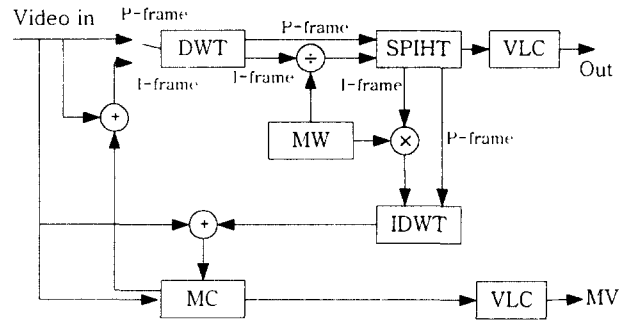
### III. 제안한 다중 가중 인자 SPIHT비디오 부호기

SPIHT 비디오 코드는 H.263 부호기와 같이 처음 한번 화면내(Intra)부호화를 시작하고 전체 동영상의 부호화가 끝날 때까지의 나머지 프레임은 화면간(Inter)부호화로 진행된다.

제안한 다중 가중 인자 SPIHT 비디오 부호기는 시작 프레임이 부호기로 입력이 되면 "I" 픽처로 인식하고 웨이브릿 변환을 하게 된다. 웨이브릿 변환된 프레임은 다중 가중 인자를 통하여 각각의 웨이브릿 부밴드에 가중 인자가 적용된다[7]. 다음 단계에서 SPIHT를 수행하게 된다. SPIHT된 프레임은 VLC과정을 거쳐서 출력되고 또한 SPIHT를 거친 프레임은 차영상을 만들기 위해서 역 SPIHT 과정을 진행한 다음 역 다중 가중 인자를 적용한 후 역웨이브릿 변환을 거쳐서 영상을 복원한다. 복원된 영상은 MC(motion compensation)에서 다음 프레임과의 차를 MV(moving vector)와 차영상으로 만들어 MV는 VLC하여 복호기로 보내고 또한 다음 복원되어질 영상에 적용되어 복원 영상을 만들고 차영상은 "P" 픽처인 화면간 프레임으로 다시 DWT를 거쳐서 SPIHT되고 VLC되어 출력된다. 이후, 화면내 프레임의 부호화 과정은 비디오 코딩이 끝날 때까지 계속 반복되어진다. 제안한 다중 가중 인자 SPIHT 비디오 부호기는 그림 3에 나타내었다. 화면내 부호화는 전체 동영상 부호화에서 단 한번만 수행하고 또한 화면간 프레임은 화면내 프레임의 복원 프레임의 차성분으로 비디오 부호화가 되기 때문에 화면내 프레임의 부호화는 동영상 전체에서 아주 중요하다. 본 논문에서 제안하는 다중 가중 인자 방법은 화면내 프레임을 웨이브릿 변환영역에서 부대역 마다 적절한 가중 인자를 적용함으로써 PSNR을 향상시켰다.

### V. 실험 결과

본 논문에서 제안한 다중 가중 인자 SPIHT비디오 부호기의 성능 평가를 위해 176×144(QCIF) 크기의 salesman과 carphone영상을 이용하여 실험하였다. 웨이브릿 필터는 biorthogonal 9/7필터를 사용하여 영상을 분할 하였다. 화면내 프레임은 다중 가중 인자를 적용하였고, 화면간 프레임은 다중 가중 인자를 포함하지 않고 부호화 하였다.



- DWT Discrete Wavelet Transform
- IDWT InverseDiscrete Wavelet Transform
- SPIHT Set partitioning in hierachical trees
- MC Motion Compensation
- VLC Variable Length Coder
- Out Out bits
- MV Motion vector
- MW Multi-weighting factors

그림 3. 제안한 SPIHT 비디오 부호기

표 1. 화면내 프레임의 휘도성분 PSNR결과

| Input sequence | size   | Y/C | H.263 (dB) | SPIHT (dB) | 제안한방법 (dB) |
|----------------|--------|-----|------------|------------|------------|
| salesman       | 22kbit | Y   | 32.320     | 33.470     | 33.920     |
|                |        | C   | 38.265     | 38.915     | 39.215     |
| carphone       | 21kbit | Y   | 34.140     | 36.130     | 36.780     |
|                |        | C   | 39.215     | 39.060     | 39.295     |

기존의 방법과의 성능 평가를 위해 salesman, carphone 영상의 각 30 프레임을 대상으로 부호화 하여 화면내 프레임의 PSNR과 화면간 프레임의 평균 PSNR을 비교한다. 제안한 방법에서 salesman 영상은 동일한 비트량을 가지는 화면내 프레임에서 H.263보다는 1.6dB가 향상되었고, SPIHT보다는 0.45dB가 향상되었다. 화면간 프레임은 H.263보다는 30프레임 평균 PSNR이 2.93dB 향상되었고, SPIHT보다는 1.01dB 향상 되었다.

표 2. 30 프레임 평균 PSNR(휘도성분)

| Input sequence | Bit rate | H.263 (dB) | SPIHT (dB) | 제안한방법 (dB) |
|----------------|----------|------------|------------|------------|
| salesman       | 83kbps   | 31.97      | 33.89      | 34.90      |
| carphone       | 92kbps   | 33.23      | 35.55      | 37.20      |

표 3. 30 프레임 평균 PSNR(색차성분)

| Input sequence | Bit rate | H.263 (dB) | SPIHT (dB) | 제안한방법 (dB) |
|----------------|----------|------------|------------|------------|
| salesman       | 83kbps   | 38.235     | 39.765     | 39.980     |
| carphone       | 92kbps   | 38.700     | 38.48      | 38.820     |

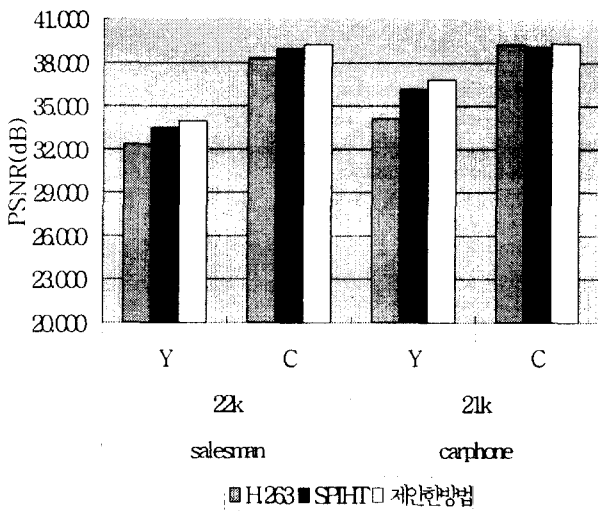


그림 4. 화면내 프레임의 PSNR결과

표2, 표3은 각각 30프레임 평균 PSNR을 휘도 성분과 색차 성분으로 각각 나타내었고, 그림 4는 화면내 프레임의 PSNR을 휘도 성분과 색차 성분으로 나타내었다. 화면내 부호화의 PSNR의 향상은 화면간 부호화의 PSNR의 향상을 가져와서 전체 동영상의 화질이 좋아짐을 알 수 있다.

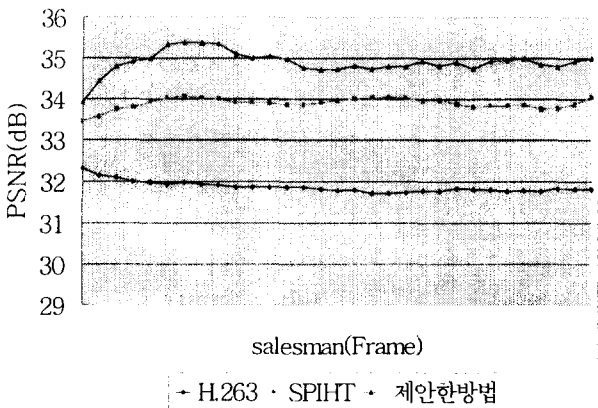


그림 5. 30프레임 salesman영상의 PSNR

그림5는 제안한 방법과 기존의 SPIHT 그리고 H.263에서 Salesman 동영상을 30 프레임 부호화 한 결과이다. 결과

와 같이 제안한 부호기의 PSNR이 전체적으로 좋아짐을 확인하였다.

## VI. 결론

본 논문에서는 기존의 H.263과 SPIHT 비디오 부호기를 개선한 다중 가중 인자를 이용한 SPIHT비디오 부호기를 제안하였다. 제안한 방법은 화면내 프레임에 다중 가중 인자를 적용하여 화면내 프레임의 화질을 기존의 두 비디오 부호기(H.263, SPIHT)보다 높여서 화면간 프레임의 화질 또한 높아지게 만들어 동일한 비트율에서 전체 동영상의 화질을 개선하였다. 따라서 제안한 방법은 저속 통신망에서 보다 좋은 화질의 동영상을 볼 수 있다.

## [참고문헌]

- [1] Draft ITU-T Recommendation H.263, "Video coding for low bitrate Communication," Dec, 1995.
- [2] ISO-IEC/JTC1/SC29/WG11, MPEG93/457, Coded Representation of Picture and Audio Information, Test Model 5, April 1993
- [3] Shapiro, J.M. "Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients," Signal Processing, IEEE Transactions on , vol. 41, No.12 , pp. 3445 -3462, Dec. 1993
- [4] Said, A. Pearlman, W.A. "A new, fast, and efficient image codec based on set partitioning in hierarchical trees." Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on , vol. 6 No. 3 , pp. 243 -250, June 1996
- [5] Karlekar, J. Desai, U.B. "SPIHT video coder." TENCON '98. 1998 IEEE Region 10 International Conference on Global Connectivity in Energy, Computer, Communication and Control , vol. 1 , pp. 45 -48, 1998
- [6] Martucci, S.A Sodagar, I. Chiang, T. Ya-Qin Zhang "A zerotree wavelet video coder." Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on , vol. 7 No. 1 , pp. 109 -118, Feb. 1997
- [7] Hontsch, I. Karam, L.J. Safranek, R.J. "A perceptually tuned embedded zerotree image coder" Image Processing, 1997. Proceedings., International Conference on , vol. 1 , pp. 41 -44 , 1997