

볼륨데이터 압축을 위한 JPEG2000 비트제어 기법

안소연, JIN RI ZHU, 문주희
세종대학교 정보통신연구소 정보통신공학과
e-mail : syan@sju.ac.kr

JPEG2000 Rate Control Technique for Volumetric Image Compression

So-youn An, JIN RI ZHU, Joo-hee Moon

Department of Information and Communications Engineering, Information
and Communications Engineering,
Sejong University

Abstract

JPEG2000 achieves a target bit rate by selecting the bitstream for adequate coding passes after encoding full passes in Tier-1 coder. Tier-1 encoding is complicated and time-consuming process. In this paper, we propose a new rate control technique that chooses the necessary passes without the full passes coding of Tier-1 by using previous image information for volumetric image. The simulation result shows that the proposed technique reduces encoding time of coding passes up to 81.5%.

I. 서론

JPEG2000은 현존하는 정지영상 표준화 압축기술 JPEG보다 높은 화질을 제공한다. JPEG2000의 핵심 알고리즘은 EBCOT(Embedded Block Coding with Optimized Truncation)[1]으로 Tier-1과 Tier-2의 2단계 코딩으로 구성되어 있다. Tier-1에서 각 코드블록은 독립된 임베디드 비트스트림(Embedded Bitstream)으로 부호화되고 Tier-2에서는 목표 비트수에 맞는 최종 비트스트림을 만든다. JPEG2000 부호화기 중 Tier-1은 부호화 시간의 약 45~60%정도에 해당하는데

압축 시 일부 비트스트림이 Tier-2에 의해 버려지게 된다.

본 논문에서는 의료영상의 볼륨데이터 특성을 이용해 손실 압축의 경우 Tier-1의 불필요한 부호화 과정을 줄이는 비트제어(Rate Control) 알고리즘을 제안하도록 한다.

II. 본론

JPEG2000 Part I은 이산웨이블렛변환(Discrete Wavelet Transform), 스칼라 양자화(Scalar Quantization), EBCOT 코딩으로 구성된다. 이산웨이블렛변환은 영상의 수평과 수직방향에 저주파와 고주파 대역 필터를 적용시켜 영상을 4개의 서브밴드(Subband)로 분해한다. 그 후 양자화가 수행된 각 서브밴드는 코드블록 단위로 나뉘게 된다. 각 코드블록은 독립적으로 EBCOT Tier-1을 통해 코드블록의 최상위 비트평면(MSB, Most Significant Bit)부터 최하위 비트평면(LSB, Least Significant Bit)까지 3가지의 코딩 패스를 이용해 부호화된다. 각 코드블록의 비트스트림은 Tier-2에서 PCRD(Post Compression with Rate-Distortion) 최적화 과정을 통해 같은 비트수에서 보다 좋은 화질로 압축되도록 버려질 패스의 절단점(Truncation Point)을 찾고 절단점 후의 패스에 대한 비트스트림은 버리고 저장 또는 전송하게 된다. PCRD는 코드블록 i 의 절단점 $n_i, i = 0, 1, 2, \dots$ 를 구하기 위해 다음과 같이 해당 코드블록의 $R-D$ 기울기 $S_i^{n_i}$ 를 구한다.

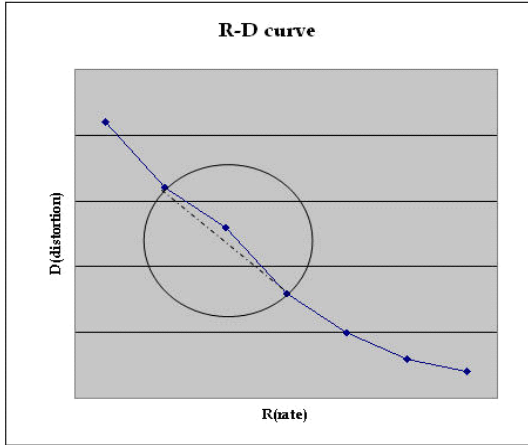


그림 1 . 병합 R-D curve

$$S_i^{n_i} \equiv \frac{\Delta D_i^{n_i}}{\Delta R_i^{n_i}} = \frac{D_i^{n_i-1} - D_i^{n_i}}{R_i^{n_i} - R_i^{n_i-1}}$$

$D_i^{n_i}$ 는 절단점 n_i 까지 복원됐을 때 코드블록 i 의 왜곡을 나타내며 $R_i^{n_i}$ 는 n_i 까지 실제 코딩된 비트수를 말한다. 그리고 영상의 목표 비트수에 맞는 $\lambda_{optimal}$ 을 구한 후 $S_i^{n_i+1} < S_i^{n_i}$ 라 가정하고 $S_i^{n_i} < \lambda_{optimal}$ 최초의 n_i 를 절단점으로 정한다. 그러나 $S_i^{n_i}$ 는 n_i 가 증가함에 따라 작아지지 않는 경우가 있기 때문에 그림 1과 같이 병합해 R-D 기울기를 계산한다. PCRD는 목표 비트수에 맞는 $\lambda_{optimal}$ 을 정하기위해서 Tier-1에서 모든 계수를 최상위 비트평면부터 최하위 비트평면까지 부호화해야 한다. 이는 계산량을 증가시키는 요인이 된다.

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 영상간의 상관도가 높은 볼륨데이터의 경우 이전 영상의 $\lambda_{optimal}$ 을 이용해 불필요한 Tier-1의 부호화 과정을 생략하도록 한다. 세부과정은 다음과 같다. 부호화하기 위한 첫 번째 영상의 경우 이전 영상이 존재하지 않기 때문에 계수의 모든 비트평면을 부호화 한 후 PCRD를 수행하고 $\lambda_{optimal}$ 을 저장한다. 두 번째 영상부터는 코드블록을 최상의 비트평면부터의 패스를 코딩한 후 $S_i^{n_i}$ 를 구하고 그 값이 이전 영상에서 저장된 $\lambda_{optimal}$ 보다 작은 최초의 절단점을 구하고 다음 코드블록으로 간다. 앞에서 설명한 바와 같이 $S_i^{n_i}$ 가 패스가 증가할수록 줄어들지 않는 경우가 발생할 수 있기 때문에 $S_i^{n_i}$ 가

$\lambda_{optimal}$ 보다 작아지는 경우가 발생하더라도 $S_i^{n_i+1}$ 를 구해 다시 한번 $\lambda_{optimal}$ 보다 작은지 확인한다. 마지막 코드블록을 처리한 후 전체 코드블록에 대한 비트스트림이 목표 비트수와 같으면 $\lambda_{optimal}$ 을 그대로 저장하고 많으면 PCRD를 통해 $\lambda_{optimal}$ 을 업데이트 한 후 저장하며 적은 경우 $\lambda_{optimal}$ 을 α 배($\alpha < 1$) 만큼 낮춰서 첫 번째 코드블록부터 절단점 후의 패스를 다시 부호화한다.

III. 실험 및 결과

실험환경은 Pentium 4, 3.0 GHz, 1G RAM, Windows XP이며 실험영상은 352*116 크기의 초음파 영상 80장이다. 표 1은 초음파 영상 80장을 0.25bpp부터 1bpp까지의 픽셀당 Tier-1 부호화 시간이다. JPEG2000의 경우 비트율에 관계없이 1110(ms)가 된다. 복원된 영상은 JPEG2000과 비교해 평균 0.2dB 이하의 PSNR을 갖게 된다.

표 1. Tier-1 부호화 시간 (352*116*80)

Bit-rate	제안알고리즘(ms)	Save (%)
lossless	1110	0.0
2	703	36.7
1	395	64.4
0.5	263	76.3
0.25	205	81.5

IV. 결론

본 논문에서는 비트제어 알고리즘을 통해 Tier-1의 부호화 과정을 조절하고 이를 통해 부호화 시간을 줄이도록 했다. 이는 목표 비트수가 적을수록 높은 효율을 갖게 된다. 향후 이전 영상의 동일 위치에 해당하는 코드블록의 절단점 정보를 이용하는 방법도 고려해 볼 수 있다.

참고문헌

- [1] D. Taubman, "High performance Scalable Image Compression With EBCOT," IEEE Transactions on Image Processing, Vol 9, No.7, July 2000.
- [2] Y.M. Yeung and Oscar C.Au, "Efficient rate control for JPEG2000 image coding", Vol 15, No. 3, March 2005