

JPEG 2000의 영상압축을 위한 관심영역 부호화 방법

최금수, 문영득
부산외국어대학교 전자컴퓨터공학과

Coding Method of Region Of Interest for Image Compression in JPEG 2000

Kum-Su Choi, Young-Deuk Moon
Dept. of electro. & Compt. Engineering, Pusan University of Foreign Studies
E-mail : mclarenf11@korea.com, ydm@pufs.ac.kr

요 약

압축된 영상에서 관심 영역은 다른 영역보다 중요하다. 여러 응용에서 관심영역은 높은 압축율을 요구할 뿐만 아니라 고화질도 요구되고 있다. JPEG2000에서 제안하고 있는 Maxshift 방법과 Scaling based 방법은 각각 비트율이 증가하는 것과 별도의 복호기를 필요로 하는 등의 문제가 있다. 이러한 점을 개선하기 위해서 JPEG2000 Part 1의 Maxshift 방법에 기반한 관심영역 스케일링 방법을 제안한다. 제안한 방법에 의하여 관심영역이 무손실 복원되기 전에 일정량의 배경정보를 복원할 수 있는 기능이 JPEG2000 복호기에서 수행될 수 있음을 알 수 있었다.

1. 서론

압축된 영상의 관심 영역은 다른 영역보다 매우 중요하다. 멀티미디어 등 많은 응용에서 관심영역은 높은 압축율을 요구할 뿐만 아니라 고화질도 요구되고 있다. 이러한 관심영역을 ROI(region of interest)라 하며 JPEG2000에서 지원하는 새로운 기능 중에 하나이다. JPEG2000 표준에서는 이러한 관심영역 부호화를 위해 Part 1에서는 Maxshift 방법을 Part 2에서는 스케일링 기반 방법을 정의하고 있다. 이 관심영역 부호화는 영상을 형식없이 본배합에 적용할 수 있다.

Maxshift 방법은 웨이블릿 변환을 통해 얻어진 계수의 조절이라 할 수 있다. 관심영역의 비트는 배경영역의 비트보다 상위의 비트 위치를 차지하게 되어 영상을 압축할 때 비트율이 상당히 증가하게 되며 영상의 관심영역이 완전히 복원되기 전까지는 배경영역이 복원되지 않는다.

Scaling based 방법은 스케일링 값으로 배경을 다룬 스케일링하는 방법으로 비트율이 증가하지는 않지만 복호기가 part 2 복호기를 필요로 할 뿐만 아니라 관심영역 모양에 따른 정보와 비트마스크를 필요로 한다.

본 논문에서는 JPEG 2000에서 사용되는 Maxshift 방법에서 관심영역이 완전복원되기 전에는 배경영역이 복원되지 않는 단점을 보완하기 위해 먼저 작은 스케일링 값으로 처리한 후 Maxshift 방법을 적용하여 관심영역을 부호화하는 방법을 제안하였다.

2. JPEG2000에 의한 영상 압축

JPEG2000 인코더의 블록 구조도를 그림 1에 나타내었다. 영상의 처리 과정 중 주요부분이 그림의 하단 열이다. 인코딩에서 무손실 코딩이 요구된다면 RCT(reversible component transform)와 5×3 Wavelet이 함께 사용되고, 주어진 비트율에서 최고의 화질로 적당한 손실 압축이 요구된다면 9×7 Wavelet과 YCbCr 변환이 사용되고 있다.

영상의 구성요소 변환은 영상 구성성분에 대하여 역상관계를 제공한다. 이것은 압축율을 향상시키며 시각에 관계된 양자화에 효율적이다. Reversible path가 사용되어질 때 정수에서 정수로 맵핑되는 RCT가 사용된다. ICT(irreversible component transform)가 사용되어질 때 YCbCr 변환이 JPEG에서와 같이 일반적으로 사용된다. JPEG2000 표준에서는 두가지 wavelet transform이 가능하다. 9×7 wavelet filter는 높은 압축률을 제공하며 5×3 wavelet filter는 낮은 복잡도와 무손실 압축을 제공한다. 비트율과 왜곡 사이의 trade-off는 양자화에 의해 얻어진다. Wavelet 계수는 각 subband에서 다른 계수에 의해 나누어질 수 있지만 비트율과 화질은 감소한다. Context model은 비슷한 통계치를 갖는 그룹으로 양자화된 wavelet 계수를 분리함에 따라 arithmetic 부호기는 각각의 context를 효과적으로 압축할 수 있다. JPEG2000은 양자화된 wavelet 계수의 무손실 압축을 제공하기 위해 multiplier-free binary arithmetic coder가 사용된다.

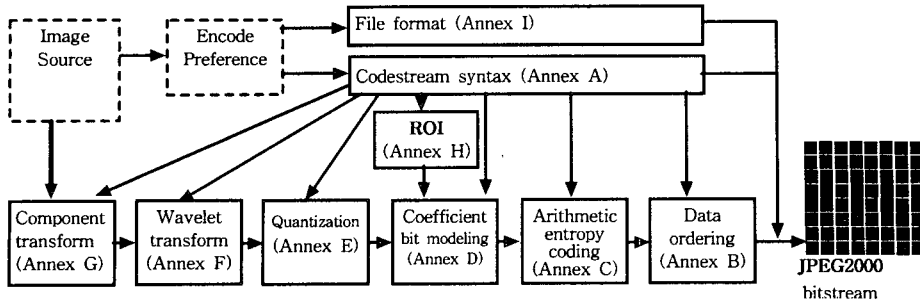


그림 1 JPEG2000의 인코더 블록도

Arithmetic coder에서 출력되는 부호화된 정보는 압축 헤더를 갖는 패킷으로 모여진다. 비록 codestream syntax가 가능한 모든 방법으로 정보가 결합되어질 수 있다 하더라도 정보는 어떤 특정한 배열을 가지고 있어야 한다. Codestream은 marker segment와 부호화된 정보로 이루어져 있다. marker segment는 주어진 공간 위치와 해상도 그리고 영상의 화질에 대응하여 부호화된 정보의 위치를 결정할 수 있게 한다.

3. 관심 영역 부호화 방법

3.1 Maxshift 방법

영상이 JPEG2000을 사용하여 부호화될 때 영상의 웨이블릿 변환 후 얻어진 웨이블릿 계수가 양자화 된다. 양자화된 웨이블릿 계수는 독립적으로 엔트로피 부호화되어 각각의 코딩 블록으로 나누어진다. 엔트로피 부호화 전에 원하는 관심영역에 해당하는 웨이블릿 계수는 비트 변환되고 이 계수 범위에 속하는 모든 비트들은 나머지 배경영역의 비트보다 높은 비트 좌표를 차지하게 된다. 그림 2에서 이를 나타내고 있다. 웨이블릿 계수가 엔트로피 부호화할 때 관심영역의 계수들은 배경영역의 계수보다 먼저 코딩블록의 비트스트림에 위치한다. 코딩블록으로 부터 비트스트림이 점진적으로 레이어 비트스트림으로 분리되어 저장될 때 관심영역에 속한 정보는 배경영역에 속한 정보보다 앞에 위치한다.

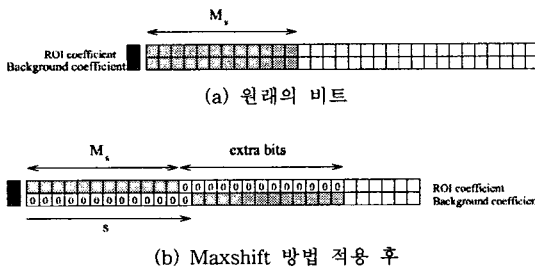


그림 2 Maxshift 방법(s : 스케일링 값)

스케일링 값을 사용하는데 유일한 제한 사항은 그것이 어떤 특정한 타일이나 구성요소의 배경영역의

계수에서의 MSB보다 커야한다는 것이다. 스케일링 값은 배경영역의 계수들을 완전탐색하여 얻어진다. 스케일링 값을 선택하는 다른 방법은 배경영역의 크기의 상한의 발견에 있다.

Rate allocation 알고리즘은 배경영역에 비하여 관심영역의 정보가 앞서는 점진적 비트스트림을 생성하기 위해 사용되어야 한다. Maxshift 방법을 사용하면 영상은 임의의 형태의 관심영역을 갖고 부호화될 수 있다. 하지만 스케일링 크기가 커지면 부호화해야 하는 비트수가 증가하기 때문에 비트스트림의 비율이 증가하게 된다. 또한 관심영역이 커질 경우에도 증가하게 된다.

3.2 Scaling based 방법

Scaling based 방법은 배경영역의 계수를 스케일링 하는 것이다. 그래서 관심영역의 비트들은 배경영역의 비트보다 높은 비트위치를 차지한다. 이것을 그림 3에서 보여주고 있다. 그리고 Embedded 부호화 과정에서 관심영역의 비트들은 배경영역의 앞선 코딩 블록의 비트스트림에 위치하므로 관심영역은 다른 영역보다 먼저 복호화된다. 스케일링을 고려하지 않은 상태에서 비트스트림 전체의 복원은 전체 영상의 높은 해상도를 갖고 복원될 수 있다. 만약 비트스트림이 절삭된다거나 혹은 복원 과정에서 전체 영상이 복원되지 않은 상태라면 관심영역은 배경영역보다 높은 해상도를 갖게 된다.

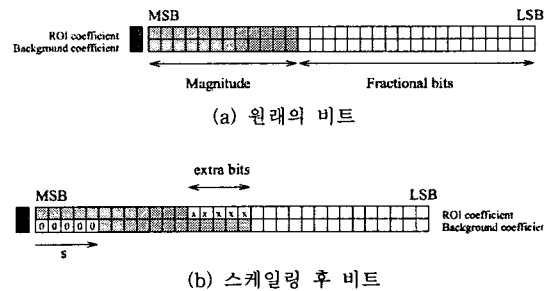


그림 3 Scaling based 방법(s : 스케일링 값)

JPEG2000에서 Scaling based 방법은 우선 웨이블릿 변환을 수행하여 계수를 얻어 이 계수를 주어진 스케일링 값에 따라 down-scale 시키고 그 결과를 순차적으로 엔트로피 부호화한다. 복호화기에서는 이 단계를 역순으로 영상을 복원한다. 헤더 정보로서 관심영역에 할당된 스케일링 값과 관심영역의 좌표값이 비트스트림에 추가로 저장된다. 복호화기는 관심영역의 마스크를 생성할 뿐만 아니라 배경영역의 원래의 계수를 찾기 위해서 up-scale한다. 형상 부호기와 복호기는 임의 형태의 영역에 대한 모양 정보를 제공한다. 그림 4에서 이를 보여주고 있다.

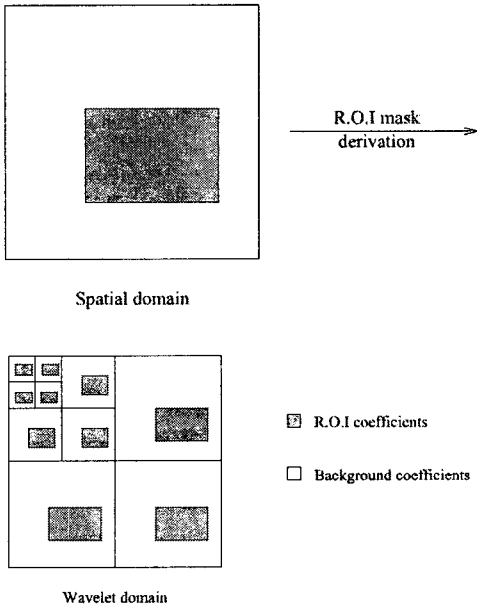


그림 4 관심영역 마스크의 공간 도메인에서의 파생과정

4. 제안한 관심영역 부호화 알고리즘

Maxshift 방법은 영상을 압축할 때 비트율이 상당히 증가하게 되며 또한 영상의 관심영역이 완전히 복원되기 전까지 배경이 복원되지 않는다. Scaling based 방법은 배경을 스케일링 값으로 다운 스케일링 하는 방법으로 비트율이 증가하지는 않지만 관심영역을 복원하기 위해서 복호기에서 part 2 복호기를 필요로 할 뿐만 아니라 관심영역 모양 정보와 비트마스크를 필요로 한다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 JPEG2000 Part 1의 Maxshift 방법을 기반으로 한 관심영역 스케일링 방법을 제안한다. 제안한 방법에 의하여 관심영역이 영상의 무손실 복원에 도달하기 전에 일정량의 배경정보가 복원될 수 있도록 하기 위한 것이다.

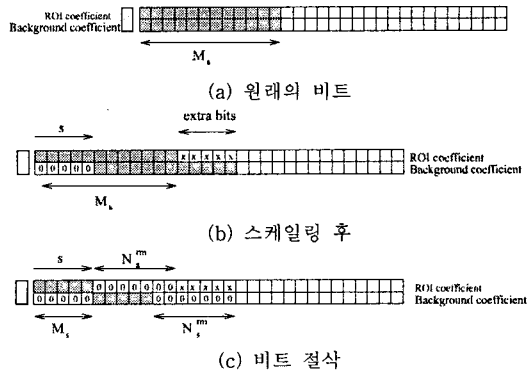


그림 5 제안한 방법을 이용한 스케일링 과정

그림 5는 제안한 방법을 이용한 스케일링 과정을 보여주고 있다. (a)는 웨이블릿 변환된 후 배경영역과 관심영역의 비트를 보여주고 있으며 (b)는 스케일링 값 s로 down-scale된 후의 비트 위치를 표시한다. 그리고 (c)에서는 Part 1 복호기에서 관심영역을 인식할 수 있도록 일정 크기의 절삭 값을 적용한 것을 보여주고 있다.

5. 실험결과 및 고찰

실험에 사용된 소프트웨어는 JJ2000 Verification Model software ver 1.4 을 사용하였으며, 사용된 영상은 1024 × 1024 크기의 Campus 영상을 사용하였다. 관심 영역의 크기는 각각 전체 영상의 6%, 24%, 54%의 크기의 원형을 사용하였다.

제안한 알고리즘의 효율을 증명하기 위해서 Maxshift 방법과 비교하였다. Scaling based 방법은 디코더가 part2 디코더를 갖고 있어야 복원이 가능하기 때문에 적용시킬 수 없을 것이다.

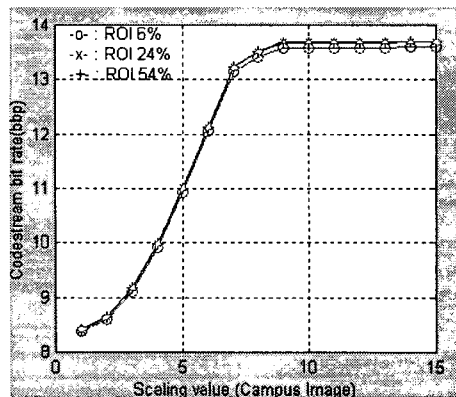


그림 6 제안한 방법에 의한 스케일링 값에 따른 코드스트림 비트율

그림 6에 여러 관심영역 크기에 따라 6%, 24%, 54% 등 여러 스케일링 값에서의 비트율을 보여주고 있다. 그림에서 관심영역이 커질수록 비트율이 증가하는 것을 알 수 있으며 또한 스케일링 값이 커지면 Maxshift 방법과 유사하게 되는 것을 알 수 있다. 스케일링 값이 너무 적어지면 절삭되는 비트가 커지게 되어 영상에서의 손실이 크게 발생한다. 영상의 왜곡을 최소한으로 하면서 Maxshift 방법에서 지적되는 것과 같이 복원 시 배경영역이 표현되지 않는 것을 보완하기 위해 스케일링 값을 조정하였다.

스케일링 값을 1-15까지 조절하여 실험한 결과 값이 너무 작으면 절삭되는 비트가 커지게 되어 배경영역이 손실 복원되었으며 값이 너무 커지게 되면 Maxshift 방법과 같은 특성을 보여주었다.

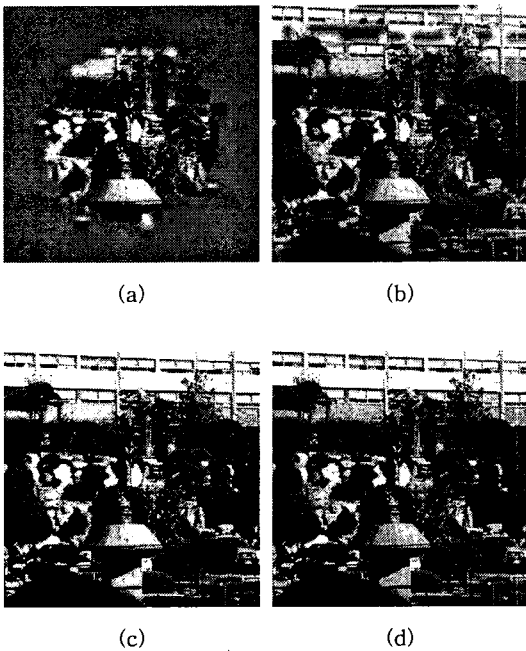


그림 7 제안한 방법에 의한 영상 비교
(a)Maxshift 방법(rate=2bpp) (b) 제안한 방법(rate=2bpp) (c) Maxshift 방법(완전 복원영상) (d) 제안한 방법(완전 복원영상)

그림 7에 기존의 방법과 제안한 방법에 의한 결과 영상을 보여주고 있다. 제안한 방법에서 스케일링 값은 7로 하였다. (a)와 (b)에서 알 수 있듯이 제안한 방법은 낮은 복원 비트율에서도 배경영역이 표시되는 것을 볼 수 있으나 기존의 Maxshift 방법은 배경이 표시되지 않는다. 그림 6과 비교해보면 제안한 알고리즘이 Maxshift방법에 비해서 압축률도 높아지는 것을 알 수 있다. (c)와 (d)에서는 완전 복원을 했을 경우에 원래의 영상과 거의 차이가 없이 복원됨을 보여주고 있다.

6. 결론

본 논문에서는 기존의 관심영역 부호화 방법인 Maxshift 방법에서 영상 중 관심영역이 완전히 복원되기 전까지 배경이 복원되지 않는다는 점을 개선하기 위하여 Maxshift 방법을 기반으로 한 관심영역 스케일링 기법을 제안하고 그 성능을 비교 분석하였다.

실험에서 기존의 Maxshift 방법과 비교하여 저비트에서도 복원영상의 배경영역이 복원되는 것을 확인하였으며 압축률도 향상되는 것을 알 수 있었다. 스케일링 값은 7일 때가 가장 좋은 성능으로 나타났으며 또한 일반 JPEG 2000 복호기에서도 제안한 방법을 사용하여 압축된 관심영역을 복원할 수 있었다.

네트워크 전송 상에서 저비트 전송이 요구되는 환경에서는 완전한 영상을 전송하지 않고도 관심영역을 복원할 수 있으므로 Maxshift 방법보다 제안한 방법이 더욱 효율적임을 알 수 있었다.

[참고문헌]

- [1] K. S. Choi, Y. D. Moon, "Image Compressing of Color tone Image by Transformed Q-factor," 대한전기학회 추계학술대회 논문집, pp.781-783, 1999.
- [2] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 1, ISO/IEC FCD 15444-1 : Information technology-JPEG2000 image coding system : Core coding system [WG 1 N 1646], Mar. 2000.
- [3] Michael J. Gormish, Daniel Lee, Michael W. Marcellin, "JPEG2000: Overview, Architecture, and Application", Proceedings ICIP-2000, Sept. 2000, p. 29-32.
- [4] C. Christopolus, J. Askelöl and M. Larsson, "Efficient Region Of Interest Coding Techniques in the Upcoming JPEG 2000 Still Image Coding Standard," Proceedings ICIP-2000, Sept. 2000, p. 41-44.
- [5] Raphaël Grosbois, D. Santa-Cruz and T. Ebrahimi, "New approach to JPEG 2000 compliant Region Of Interest coding," In Proc. of the SPIE 46th Annual Meeting, 2001.
- [6] J. Askelof, M. L. Carlander and C. Christopolos, "Region of interest coding in JPEG 2000," Signal Processing : Image Communication 17(2002) pp. 105-111.
- [7] K. S. Choi, Y. D. Moon, "Compressed Efficiency and Performance Comparison of Still Image by JPEG2000," 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp.2803-2805, 2002.