

색좌표 변환을 통한 JPEG 부호화 성능 개선

Shahid Abbas, 최승철, 권오진

세종대학교 전자공학과

shahid@sju.ac.kr, choisc@sju.ac.kr, ojkwon@sejong.ac.kr

An Improvement of the JPEG Coding Performance using Color Coordinate Tuning

Shahid Abbas, Seungcheol Choi, Oh-Jin Kwon

Sejong University

요 약

JPEG 은 현재의 디지털 이미지 시장에서 가장 널리 사용되는 형식 중의 하나로 대부분 디지털 이미징 응용에서 많이 사용되고 있다. 이와 같은 환경에서 새로운 이미지 부호화 표준의 적용이 없이 현재의 디지털 시장에 쉽게 적용할 수 있는 부호화 방법을 제안한다. 논문에서는 JPEG 의 부호화에 사용되는 YCbCr 색 공간에서 YCbCr 성분의 좌표축을 변환하여 밝기 성분 (Y 성분)이 보다 많은 정보를 가지도록 하는 CCT (Color Coordinate Tuning) 알고리즘을 제안한다. 실험을 통하여 블록별로 동적으로 CCT 알고리즘을 적용함으로써 기존 JPEG 부호화의 성능이 개선됨을 보였다.

1. 서론

JPEG[1]은 정지 영상을 압축하기 위한 국제 표준 부호화 방식의 이름이지만, 사진 이미지를 저장하고 전송하기 위해 가장 널리 사용되는 파일 형식으로도 알려져 있다. 구조가 단순하여 대부분의 연속 톤 스틸 이미지 응용 프로그램의 요구를 충족시키는 범용 압축 표준이다[2].

디지털 콘텐츠의 소비의 추세는 텍스트에서 이미지로 변화하여, 소셜 네트워크 서비스와 같은 네트워크 서비스를 중심으로 인터넷을 통해 배포된 수많은 JPEG 이미지가 공유되고 있다. 또한, 넷플릭스와 같이 네트워크를 통한 동영상 스트리밍 서비스를 제공하는 서비스 업체에서는 영화, 드라마의 포스터를 위하여 고화질의 이미지를 사용하여 서비스 제공에 효과를 얻고자 한다. 하지만, 상대적으로 낮은 대역폭으로 대량의 데이터를 전송하는 데 어려움이 있기 때문에 합리적인 크기로

양질의 이미지를 얻으려면 압축 수준을 조정하여 이미지 크기와 저장 크기 사이에서 선택 가능한 균형을 맞추어야 한다.

JPEG 압축 비율은 일반적으로 약 10:1에서 부터 20:1이다[3]. JPEG 이미지 압축의 주요 목적은 압축시에 이미지에서 일부 정보의 제거를 용인하면서 필요한 정보를 저장하는 것이다. 이 알고리즘은 인간의 눈의 한계를 이용하여 많은 압축을 달성하는데, 인간 시각 시스템은 고주파수에 덜 민감하고 이러한 고주파수 성분을 억제함으로써 더 많은 압축이 달성된다.

RGB (Red, Green, Blue)에서 YCbCr (Luminance, Chroma Blue, Chroma Red) [4]과 같은 적절한 색상 변환을 사용하여 압축률을 높이는 데 많은 연구가 진행되었으며, 거의 모든 디지털 이미징 시스템에서 RGB 색상 공간이 일반적으로 사용되고 있다. RGB 색 공간에서 이미지의 모든 구성 요소는 서로 관련이 있으므로 인코딩하는 동안 동일한 정보가 다른 구성 요소에 중복된다. YCbCr 색 공간에서는 밝기 정보와 색채 정보를 분리되어 있고, Luminance 또는 Y 구성 요소가 더 두드러지고

Chroma 구성 요소와 낮은 엔트로피를 가지므로 더 효율적으로 인코딩된다.

본 논문에서는 YCbCr 색 공간의 블록 단위별로 RGB 를 YCbCr 색공간으로 변환하여 달성하는 압축 효율을 극대화하기 위하여 색 좌표 튜닝 (CCT : Color Coordinate Tuning) 방법을 제안한다. CCT 알고리즘에서는 색 공간의 분산을 조정하여 Y 성분에 정보가 집중되도록 한다. 이를 위해 블록별로 가장 적합한 회전 각도를 찾아서 픽셀 값을 변경한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서 CCT 알고리즘을 제안하고 3 절에서는 제안하는 방법을 JPEG 부호화기에 적용하여 실험을 진행하고 그 결과를 보인다. 4 절에서 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 제안 방법

JPEG 부호화기에서 이미지는 먼저 RGB 에서 YCbCr 색 공간과 같은 3 성분의 다른 색 공간으로 변환된다. YCbCr 에서 Y 성분은 밝기, Cb 와 Cr 성분은 색차를 나타내며, 이 색 공간 변환은 이미지 품질에 시각적인 영향을 덜 주면서 더 큰 압축을 허용한다. 이는 인간 시각체계가 색차 인식에 더 민감하기 때문에 밝기 정보 (Y 성분)로 인한 압축은 이미지의 지각 품질에 대해보다 효과적이다[5]. CCT 알고리즘은 이미지를 RGB 에서 YCbCr 색 공간으로 변환한 후, YCbCr 색 공간의 좌표를 회전한다. Y 성분의 분산을 최대화하도록 회전하여 Y 성분에 정보가 집중되도록 한다. 제안된 CCT 알고리즘을 이미지의 8x8 블록별로 미리 CCT 를 적용하여 성능 개선이 예상되는 블록에 대해서만 동적으로 적용한다. 이때, CCT 알고리즘이 적용된 블록에 대한 정보를 부호화기에 제공하여야 한다.

2.1 회전 행렬

YCbCr 색공간의 각 구성 요소를 회전하기 위하여, 다음 3개의 회전 행렬을 적용한다 [6].

$$\begin{bmatrix} Y' \\ Cb' \\ Cr' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\phi & \sin\phi & 0 \\ -\sin\phi & \cos\phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} Y' \\ Cb' \\ Cr' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} Y' \\ Cb' \\ Cr' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\phi & 0 & -\sin\phi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\phi & 0 & \cos\phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix}. \quad (1)$$

여기서, Cr 축을 중심으로 회전하는 각도를 ϕ , Y 축을 중심으로 회전하는 각도를 θ , Cb 를 중심으로 회전하는 각도를 θ 로 한다.

2.2 제안 CCT 알고리즘

CCT 알고리즘은 Y 성분의 분포를 최대로 하는 Cr 축 중심 회전 각도를 찾는 것이 첫번째 작업이며, 다음 연산을 통하여 최적의 각도를 산출한다.

$$\sum (Y')^2 = \sum (Y \cos\phi + Cb \sin\phi)^2$$

$$2(Y \cos\phi + Cb \sin\phi)(-Y \sin\phi + Cb \cos\phi) = 0 \quad (2)$$

$$\tan 2\phi = \frac{2YCb}{Y^2 - Cb^2}$$

$$\phi = \frac{1}{2} \operatorname{atan} \frac{2YCb}{Y^2 - Cb^2}$$

위의 식으로 구해진 각도 ϕ 를 이용하여 Cr 축을 기준으로 다음 그림과 같이 회전을 수행하여 색좌표가 변환된 이미지를 생성한다.

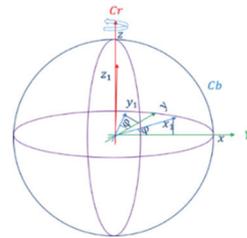
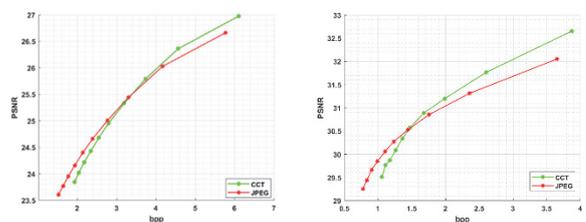


그림 1. Cr 축 중심 색좌표 변환 개념도

3. 실험 및 평가

CCT 알고리즘의 성능을 보이기 위하여 4 개의 이미지에 대하여 JPEG 참조 소프트웨어[7]를 이용하여 실험을 수행하였다. 4 개의 이미지들에 대하여 화질 계수를 50 에서 90 까지 5 씩 증가하면서 PSNR 성능을 측정하였다.



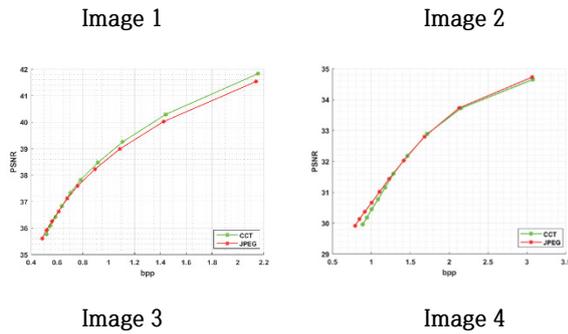


그림 3. 실험 결과 : PSNR 성능

실험 결과로, 그림 3 에서 보이는 것과 같이 3 개의 이미지에서 기존 참조 소프트웨어의 성능을 능가하는 모습을 보이면서 Car 이미지에 대해서는 대등한 성능을 보였다. 전체적으로 PSNR 측면에서 성능이 개선된 것을 확인하였다.

4. 결론

참고 문헌

[1] W. Pennebaker and J. Mitchell, "JPEG Still Image Data Compression Standard". Van Nostrand Reinhold, 1994.

[2] Wallace, Gregory K. "The JPEG Still Picture Compression Standard."

[3] Sukhpal Singh, "Reduction of Blocking Artifacts In JPEG Compressed Image" in Conference Proceedings of the

본 논문에서는 YCbCr 색공간의 좌표를 변환하여 JPEG 부호화의 성능을 개선하는 CCT 알고리즘을 제안하였다. 실험에서, 3 개 색 성분 중의 하나의 성분에 대한 회전을 통하여 기존 JPEG 부호화 성능을 개선하는 것을 보였다.

향후, 3 개 성분 모두에 대한 변환을 적용하고 블록별로 회전하는 각도를 복호화기에 제공해야 하는 오버헤드를 줄이는 연구를 수행하여 보다 많은 성능 개선이 기대된다.

Acknowledgements

이 논문은 2020 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2017-0-01667, 차세대 360 도 이미지/비디오 포맷 개발)

National Level Technical. Symp. on Emerging Trends in Technology

[4] <https://en.wikipedia.org/wiki/YCbCr>

[5] <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/humanvisual-system>

[6] Dunn, Fletcher, and Ian Parberry. 3D math primer for graphics and game development. Jones & Bartlett Publishers, 2010.

[7] <https://libjpeg-turbo.org>