

고속 Edge Map 생성 방법과 Edge 특성을 이용한 Edge Map 압축

김도현⁰, 김 윤^{*}

⁰강원대학교 컴퓨터정보통신학과 석사

^{*}강원대학교 컴퓨터정보통신학과 교수

e-mail:abc3698@kangwon.ac.kr⁰, yooni@kangwon.ac.kr^{*}

Fast Edge Map Method And Edge Map Compression Using Edge Features

Do-Hyun Kim⁰, Yoon Kim^{*}

⁰Master, Dept. of Computer Communications Engineering, Kangwon University

^{*}Professor, Dept. of Computer Communications Engineering, Kangwon University

● Abstract ●

오늘날 하드웨어의 발전으로 인해 영상 해상도는 FHD를 넘어 4K UHD 이상의 영상 해상도가 사용되고 있다. 하지만 Edge Map을 만들기 위해 일반적으로 사용하는 함수들은 Convolution 함수 일종으로서 영상의 해상도가 높을수록 더 많은 Complexity를 요구한다. 또한 현재 주요 영상 압축 기술인 JPEG, H.264/AVC High efficiency video coding(HEVC)같은 기법들은 자연 영상을 중심으로 개발되어 있어 Edge map 압축에 있어 자연 영상만큼의 효율을 보여주지 못하고 있다. 본 논문은 원 영상을 Down Scaling한 뒤 이미지를 다시 원래 사이즈로 Up Scaling하여 두 영상의 차를 이용한 Edge Map을 생성하는 새로운 방법을 소개한다. 생성된 Edge Map의 특성인 Histogram 값의 분포가 0을 중심으로 Gaussian 분포를 가지는 것을 이용한 Zero Based 코덱을 제안한다. 제안된 알고리즘을 이용하여 고 해상도 영상에서도 빠르게 Edge Map을 생성하고 제안한 코덱을 통해 해당 Edge map을 압축한 결과 다른 압축 기술보다 더 뛰어난 성능을 보여주었다.

키워드: 에지 맵(edge map), 에지특징(edge features), Zero Based 코덱(zero based codec)

I. Introduction

최근 고성능의 하드웨어가 개발되면서 영상의 해상도는 FHD를 넘어 4K UHD 해상도가 대중화되고 있지만 영상처리 기술들은 고해상도의 맞지 않는 경우가 많다. 특히 Edge Map을 생성하기 위해 사용되는 함수들 대부분은 Convolution 함수이므로 고해상도일수록 더 많은 Complexity를 요구한다. 또한 현재 사용되는 압축 기술들은 자연영상을 중심으로 개발되어 있다. 또한, 압축률을 높이기 위하여 다양한 알고리즘을 사용하기 때문에 이에 따라 Complexity가 증가한다. 따라서 Edge map의 특성을 반영하지 않고 높은 Complexity 때문에 Edge Map에 대한 압축효율은 낮은 편이다.

본 논문에서는 고해상도에서도 빠르게 Edge Map을 생성하는 기법과 해당 Edge Map의 특성을 반영한 Edge map 압축 기법을 제안한다. 먼저, 제안하는 Edge map 생성 알고리즘은 원본 영상을 Average Down Scaling 함수를 사용하여 N배 만큼 이미지를 축소 한 뒤 다시 Bilinear Interpolation 함수를 통해 원본 영상의 크기로

되돌린 후 원본 영상과의 차를 이용하여 Edge Map을 생성한다. 이렇게 생성된 Edge Map이 Edge Map Histogram 값의 분포가 0을 중심으로 Gaussian 분포를 가지는 것을 이용하여 Isolated pixel 제거와 구간 제거, 방향성에 맞는 Intra Prediction, Adaptive quantization 기술을 통하여 Edge Map을 압축하여 Edge Map에 대한 압축 효율이 높은 압축 기술을 보인다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 국내외 동향

국내외에서 일반적으로 사용하는 Edge map 생성 알고리즘은 Sobel, Log(Laplacian of Gaussian), Canny 등이 있다. Log와 Canny 함수 같은 경우 Gaussian smoothing 함수에 의해 다른 Edge map 생성 함수들 보다 Complexity가 높다. Sobel 함수에 경우

3x3 마스크 쌍을 통하여 Edge map을 생성하여 다른 Edge map 생성 함수보다 Complexity는 낮지만 Convolution 함수라는 특성 때문에 영상의 해상도가 높을수록 Complexity가 높아지는 문제가 계속 존재한다.



Fig. 1. Sobel Operator[1]

III. The Proposed Scheme

본 논문에서 제안하는 Edge map 생성 알고리즘 블록도는 Fig. 2과 같다. Fig. 2에서 보이는 바와 같이 입력 영상을 Average Down Scaling 함수를 이용하여 1/N 배 사이즈의 영상을 생성 한 뒤 다시 Bilinear Up Scaling을 통해 원본과 같은 사이즈의 이미지를 만든다. 이 과정을 통해 만들어진 이미지는 전체적으로 Blurring되는 현상을 볼 수 있다. 이 영상을 원본 영상과의 차를 구하는데 이와 같은 과정의 식을 나타내면 아래와 같다.

$$I_E = I_{Input} - I_{DAU} \quad (1)$$

여기서 I_{Input} 과 I_{DAU} 은 입력 영상과 다운-업 영상이며 I_E 은 Edge map 영상을 나타낸다. 입력 영상과 다운-업 영상과의 차를 구할 경우 Flat한 영역에서는 0에 가까운 값의 차이를 보이지만 Edge 영역에서는 아주 큰 값을 나타낸다.

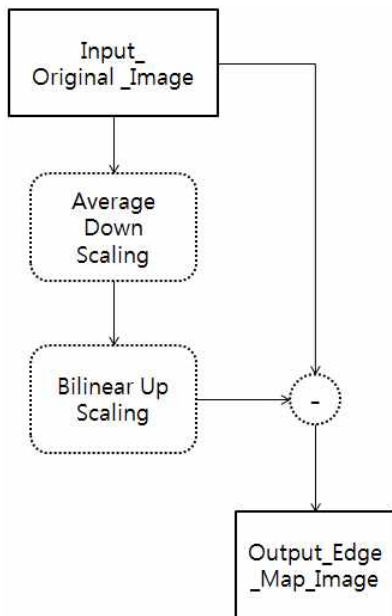


Fig. 2. Block diagram of proposed edge map method

이 방법을 통하여 고해상도 자연 영상에서도 고속으로 Edge map을 얻을 수 있다. Fig. 3을 보면 Edge Map 영상의 히스토그램을 보여준다. 그림에서 보면 '0'값을 중심으로 Gaussian 분포를 가지며 '0'에서 멀어질수록 중요한 edge 성분이다.

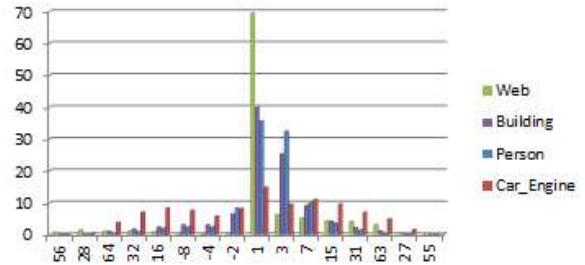


Fig. 3. Proposed edge map histogram

해당 특성을 이용한 압축 방법은 Fig. 4와 같다. Fig. 4에서 볼 수 있듯이 Edge map 영상 값을 최대한 0을 생성하여 효율을 높이는 방법을 취하고 있다. 처음에는 구간 제거 알고리즘은 이용하여 특정 구간을 모두 0으로 만들어주는데, 그 이유는 block 내의 계수가 모두 '0'인 Zero Block을 만들어 압축률을 높이기 위함이다. Gaussian 분포에서 적절한 영역을 설정하여 pixel 값을 '0'으로 변경하면 Zero Block의 수가 증가하여 압축률을 높일 수 있다. Delete Isolated pixel 함수는 Edge Map에 3 x 3 Mask를 적용하여 주변 픽셀이 모두 '0'인 경우 중앙 Pixel은 중요한 Edge가 아닌 Noise라고 판단하여 중앙 Pixel을 '0'으로 변경하여 Zero Block을 만든다. 전 처리를 통하여 Edge map 영상 내에 0을 최대한 생성 한 뒤 Coding 블록에서 해당 블록이 모두 0인지 검사하여 모두 0일 경우 Zero block으로 설정한다.

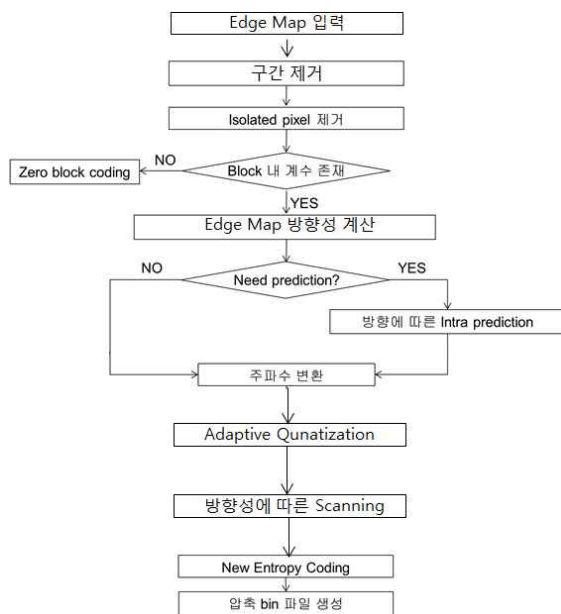


Fig. 4. Block diagram of proposed edge map compression

Zero block이 아니라고 판별되면 입력 Edge map에서 방향성을 계산한다. Fig. 5는 방향성 계산하기 위해서 사용되는 Mask로 입력 영상에 씌워 사용한다.

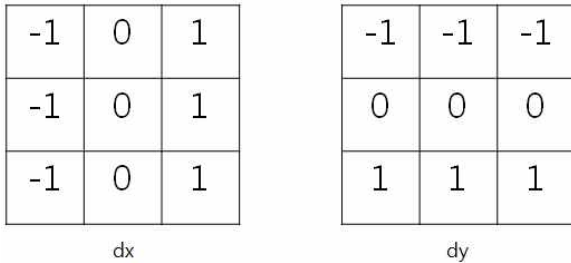


Fig. 5. Orientation detection mask

구해진 방향성을 수평, 수직, 45도, 135도로 양자화 시켜 최종 방향성을 구한다. 그 후 Coding 블록 단위로 가장 많이 나온 방향성을 해당 Coding 블록 방향성을 채택한다. Fig. 6은 4개의 방향에 따라 각기 다른 Intra Prediction 모드 군을 나타내고 있다.[2] 모드 군에 따라 입력 Edge map을 각각 Prediction을 한다. 모든 Intra Prediction을 마친 뒤 Prediction 모드 군 중 가장 좋은 Prediction 효율을 가지는 Intra prediction 모드를 선택한다. 현재 입력 이미지 픽셀 값은 signed 9비트 이미지이기 때문에 Prediction 블록과 Pixel 블록 간의 Sign을 맞지 않는 현상이 발생한다. 양쪽 블록 간의 Sign이 맞지 않을 경우 Residual 블록 값이 더 커지는 현상이 발생하여 Prediction 효율이 떨어지므로 선택된 Intra prediction 모드의 Residual Block과 원본 블록에 대해서 각각 SAE(Sum of Error)를 계산하여 더 작은 쪽을 선택한다.

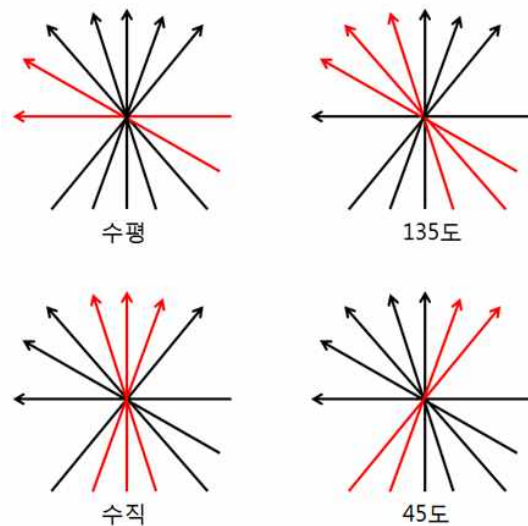


Fig. 6. Intra prediction mode Set

Residual 블록 혹은 원본 블록을 DCT(Discrete Cosine Transform)을 통하여 Pixel 도메인을 주파수 도메인으로 변경한다. 실수 DCT는 정확하나 Complexity가 높은 관계로 사용하기 어렵다.

따라서 Integer DCT를 이용해 적은 메모리를 사용하여 빠른 변환을 수행할 수 있도록 변환 기저를 정수 형태로 근사화하여 사용한다. 비디오의 부호화 및 복호화는 많은 Complexity를 수반한다. 특히 주파수 변환은 비디오 코덱에서 상당한 계산량을 차지하는 모듈이다. 따라서 정수 변환을 고속화한다. 정수 변환을 고속화하기 위하여 butterfly 알고리즘을 사용한다. Fig. 7. butterfly 알고리즘 신호 흐름도를 나타낸다.

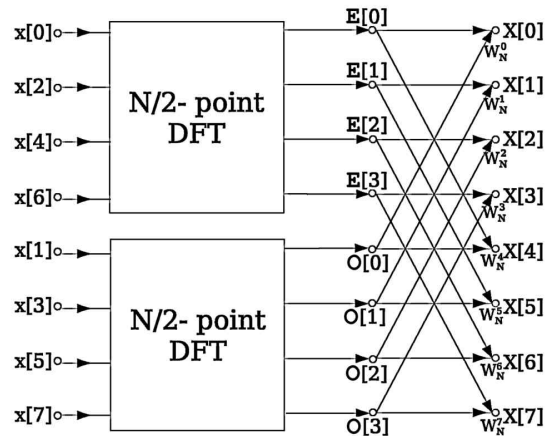


Fig. 7. Butterfly Operation to 8 Sample[3]

주파수 변환 후의 값을 양자화 parameter에 의해 Adaptive하게 수행한다. 사람의 눈은 고주파 지역보다 저주파 지역에 더욱 민감하기 때문에 DC에 가까운 영역일수록 양자화 값을 작게 주고 AC에 가까운 영역일수록 양자화 값을 크게 하여 Edge map 압축 효율을 높였다. Fig. 8은 양자화 table로 AC로 갈수록 값이 커지는 것을 확인할 수 있다.

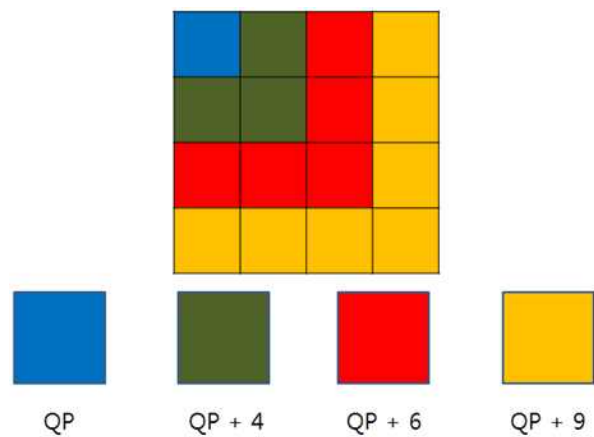


Fig. 8. Quantization table

양자화된 값을 방향성에 따라 각기 다르게 스캔하는데 방향이 수직인 경우 수평으로 수평인 경우 수직으로 그리고 나머지 방향은 ZigZag로 스캔하여 Entropy 효율을 높였다.

IV. Conclusions

본 논문에서는 Down Scaling과 Up Scaling을 통해 얻어진 이미지가 Blurring되는 현상을 이용해 Edge map을 생성하는 알고리즘을 제안하였다. 또한 얻어진 Edge map이 0을 중심으로 Gaussian 분포를 나타내는 현상을 이용해 압축하는 방법을 제안하였다. 제안한 Edge map을 다른 압축과 비교한 결과는 Fig. 9와 같다. Fig. 9에서 볼 수 있듯이 다른 압축 기법에 비해 제안 알고리즘이 압축 효율이 높다는 것을 확인하였다.

References

- [1] S. Pannirselvam and S.Prasath, "Comparative Study on Face Image Segmentation Using Various Edge Detection Techniques", International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, Vol. 3, Issue 11, pp. 936-937, Nov. 2013.
- [2] Sangkwon Na, Wonjae Lee, and Kiwon Yoo, "Edge-based fast mode decision algorithm for intra prediction in HEVC.", IEEE International Conference on Consumer Electronics, pp. 12-13, Jan. 2014.
- [3] Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Butterfly_diagram#/media/File:DIT-FFT-butterfly.png