

## 관심영역 화질개선을 위한 HEVC 전처리 방법

이재린, 오교혁, \*전병우  
 성균관대학교  
 {jaelin, dhrygur, \*bjeon}@skku.edu

### 요 약

유무선 정보통신환경에 맞춰 제한된 비트율로 압축된 CCTV 영상의 화질은 좋지 않을 수 있다. 본 논문은 제한된 비트율로 압축된 영상내 관심영역의 화질개선을 위해, 영상압축을 수행 하기 전의 카메라 센서로 획득한 영상에 전처리를 수행하는 방법을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 관심영역 및 비관심영역에 차등적 필터를 적용하여 화소 별 공간적 상관도를 향상시킨다. 제안된 방법을 사용한 결과 관심영역에서의 텍스처 손실을 최소화 할 수 있었으며 전처리 과정을 적용하지 않은 영상과 비교하여 객관적 화질이 향상됨을 확인할 수 있다.

### 1. 서론

최근 실시간 객체 또는 위협의 탐지와 추적, 그리고 범죄 증거 수집 등의 목적으로 CCTV 를 활용하는 응용이 확대되고 있는 바, 그 효과성을 높이기 위하여 더욱 우수한 객체 화질 확보가 필요하다. 유무선 통신망을 이용한 데이터 전송 시, 복호화기에서의 화질은 망 전송률과 상관 관계(trade-off)가 있으며 [1], 우수한 화질확보를 위하여 높은 비트율로 전송을 하면 되지만, 일반적으로 원하는 만큼 항상 전송률을 올릴 수는 없으므로 주어진 채널조건에서 객체의 최적 화질을 얻기 위한 영상 처리가 매우 중요하다.

이에 대한 한가지 방법으로 관심영역에서 최적의 화질을 얻기 위한 전처리에 관한 많은 연구가 진행되었다. [2]에서는 관심영역의 비선형 보간 방법을 활용하여 화질을 개선하였으며, [3]에서는 웨버(Weber) 법칙을 활용하여 영상 내 관심영역을 설정한 후 대비 향상 기법을 활용한 화질 향상 알고리즘을 제안하였다. [4]에서는 딥러닝을 통해 관심영역을 결정하고 관심영역 별 압축율을 차등적으로 설정기도 하였다.

본 논문에서는 HEVC(High Efficiency Video Coding)의 예측 알고리즘이 공간적, 시간적 상관도가 높은 영역을 참조한다는 점에 착안하여, 관심영역 및 비관심영역에 서로 다른 BLF(Bilateral Filter)[5]를 적용하여 공간적 상관도를 높임으로써 관심영역의 데이터 손실을 최소화 할 수 있도록, 카메라로 획득한 비손실 데이터를 전처리한 후 압축을 하는 방법을 연구하였다.

### 2. 제안 방법

이 절에서는 동일한 비트율 전송 방법 및 이를 고려한 필터링 방법을 소개한다.

#### 2.1 고정 비트율 HEVC 압축방법

HM 테스트모델에 구현된 것과 같이, 일반적으로 HEVC 인코더는 비트율 제어(rate control)를 위하여, 목표 비트율을 정한 후 model parameter 의  $\alpha, \beta$ 를 반영한  $R-\lambda$  모델을 통해  $\lambda$ 값을 결정한다. 압축 과정에서 발생하는 비트량  $R$ 과 에러량  $D$ 의 관계를 모델링 하고, 이를  $RDcost$  수식에 적용하면 아래와 같이  $R-\lambda$  모델이 유도된다..

$$\lambda = \alpha \cdot R^\beta \tag{1}$$

현재 압축이 수행되는 픽처에 할당된 목표 비트량에 의해 코딩 유닛의 목표 비트량이 결정되고, 이를 식 (1)에 대입함으로써  $\lambda$  값이 결정된다. 이후  $\lambda$  값과  $QP$ 와의 관계를 계산하여  $QP$  값을 결정한다. 압축을 수행한 후 압축 결과의 비트율과 목표 비트율을 비교하여 model parameter 인  $\alpha, \beta$ 를 갱신한다. 이렇게 비트율 제어를 이용할 경우  $QP$ 의 수식은 다음과 같다.

$$QP = (4.2055 \times \ln \lambda) + 13.7122 \tag{2}$$

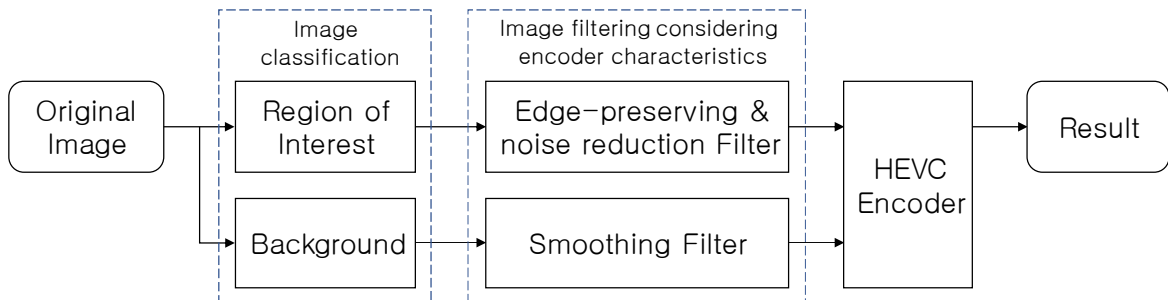


그림 1. 제안하는 영상 압축 전처리 방법 순서도.

### 2.2 제안 전처리 방법

본 논문에서 제안하는 전처리 방법은 그림 1 과 같다. 먼저 원본영상을 관심영역과 비관심영역으로 분류한다. 다음으로, 분류된 영역별로 BLF 필터를 적용한다. BLF 필터는 주어진 영상영역내의 일정 범위를 선택하여 영상패치를 만들고, 이로부터 잡음의 분산을 추정한다. 비관심영역에서는 텍스처가 포함된 반복되는 패턴을 영상패치로 결정하도록 하여, 텍스처 성분까지 잡음의 분산 추정에 기여하도록 한다. 따라서, 이러한 BLF 를 적용할 경우 비관심영역이 전체적으로 스무딩 된다. 관심영역에서는 텍스처 성분이 포함되지 않도록 영상패치를 결정하며, 이 경우 텍스처 성분이 보존된 채로 노이즈를 감소시킨다. 이는 2.1 절에서 언급한 고정 비트율 제어 방법을 고려하였는데, 움직임이 많고 복잡한 특성을 가진 영역은 많은 비트가 발생하므로 높은 양자화 파라미터를 적용하여 발생 비트가 줄어든다. 이 경우 관심있는 영역의 텍스처가 손실될 수 있으므로, 텍스처를 보존한 채로 노이즈를 감소시키는 알고리즘을 적용하여 복잡도를 낮춤으로써 낮은 양자화 파라미터가 적용되도록 한다. 이를 통해 텍스처의 손실을 줄이고 객관적 화질을 향상시킨다.

### 3. 실험 결과 및 분석

본 논문에서는 영상 부호화 이전에 영상 내 관심영역을 분류하고 노이즈 감소 및 스무딩 필터를 적용하였다. 영상 부호화를 위해 HM 16.15 을 사용하였다. 본 논문의 실험조건은 표 1 과 같으며, 실험 결과는 표 2 와 그림 2 와 같다. 비관심영역에만 스무딩을 적용한 PnIF 는 평균적으로 1.4dB 이상 높은 PSNR 을 보였으며, 비관심영역 및 관심영역 모두 전처리 과정을 적용한 PWF 의 경우는, PnIF 에 비해 PSNR 은 다소 낮았으나 평균 SSIM 값이 가장 우수하였다. 분류 및 필터를 적용하지 않은 Anchor 와 비교할 경우 PnIF, PWF 모두 관심영역에서 화질이 개선됨을 볼 수 있었다.

표 1. 제안된 알고리즘의 성능분석

Test sequen	- Kimono (1920x1080)
Rate control condition	- Target bitrate : 1,000,000 bps - Rate control : Equal bit allocation (Constant Bit Rate, CBR), Picture level rate control
Number of frame	- 50 frame
GOP Structure	Low Delay, RA (random access)
Comparison	- Anchor (HM ref. software version 16.15) - PnIF (Pre-processing method of region of interest, encoded by the HM 16.15) - PWF (Pre-processing method of whole image, encoded by the HM 16.15)
Evaluation Method	- Compare ROI region and whole picture - PSNR, SSIM, subjective method

표 2. 제안된 알고리즘의 객관적 실험 결과

	Anchor		PnIF		PWF	
	PSNR	SSIM	PSNR	SSIM	PSNR	SSIM
Picture	34.539	0.900	31.035	0.851	31.042	0.851
ROI	33.973	0.893	35.459	0.907	35.423	0.908



(a) Anchor (b) PnIF (c) PWF

그림 2. 영상내 관심영역의 처리결과 비교

### 4. 결론

영상 내 관심영역을 분류하고 특정 비트율에서 관심영역과 비관심영역에 차등적 필터를 적용해 압축을 진행하였다. 제안된 알고리즘을 통하여 관심영역의 고주파 성분을 보존한 채로 저주파 영역의 잡음제거를 수행한 후 압축을 진행한 결과, 관심영역 내 텍스처 손실을 최소화하였다. 다만 PSNR 측면에서 관심영역 내에 차등적 필터를 적용한 경우 결과가 좋지 않다. 추후 관심영역의 분리 및 공간적 상관도를 고려한 전처리 필터의 추가연구를 수행한다면 영상이 더욱 개선될 수 있을 것으로 예상된다.

### 감사의 글

이 논문은 2018 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2018-0-00348, CCTV 제작점 개선을 통해 범인 검거율 저하 문제 해결을 지원하는 지능형 영상 보안 시스템 기술 개발)

### 참고문헌

- [1] G. J. Sullivan, J. Ohm, W. J. Han, and T. Wiegand, "Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) standard," *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 22, no. 12, Dec. 2012.
- [2] F. Zund, Y. Pritch, A. Sorkine Hornung, S. Mangold, and T. Gross, "Content-aware compression using saliency-driven image retargeting", *IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, pp. 1845-1849, Sept 2013.
- [3] 윤치환, 고선우, 이근호. "ROI (Region Of Interest) 기반의 차등적 이미지 압축에 관한 연구." *한국정보통신학회논문지*, vol. 18, no. 3, pp. 679~686, Mar. 2014.
- [4] A. Prakash, N. Moran, S. Garber, A. Dilillo, J. Storer, "Semantic Perceptual Image Compression Using Deep Convolution Networks," *2017 Data Compression Conference (DCC)*, Apr. 2017.
- [5] C. Tomasi and R. Manduchi, "Bilateral Filtering for Gray and Color Images". *Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Computer Vision*, pp. 836-846, Jan. 1998.