

## Gamma correction을 이용한 영상 화질 향상방법

Gamma correction이란 image의 intensity를 gamma hyperparameter로 제곱하여 영상 화질을 향상시키는 기법이다. 현재까지 다양한 gamma correction 방법이 연구되었고 이 보고서에서는 [1]에서 다루는 영상 화질 향상을 위한 gamma correction 방법을 소개하겠다.

### Gamma correction

Gamma correction의 기본적인 개념을 살펴보면 카메라로 대상을 찍는다고 가정해보자. 이때 우리는 카메라로 찍은 사진을 현재의 상태 그대로 모니터에서 보고싶은 것이다. 하지만 모니터는 특히, 이전에 사용하던 CRT 모니터의 경우 gamma curve에 따라 실제보다 어둡게 표현된다. 이를 보정해주기 위해 모니터에 출력하기 전에 예상되는 gamma curve를 상쇄(보정)하도록 pre-processing을 진행하게 된다. Gamma curve는 수업시간에 다룬 내용이므로 곡선의 plot은 생략하겠다. 예를 들어 gamma curve에서 gamma의 값이 1보다 크면 아래로 내려간 곡선 즉, 모니터에서 출력한 값이 실제 영상보다 intensity가 낮아지는 것이다. 이를 보정하기 위해 correction parameter gamma의 값을 1보다 작게하여 preprocessing 해주어 아래로 내려간 곡선을 직선으로 끌어 올려주는 역할을 할 것이다.

### Adaptive Gamma Correction

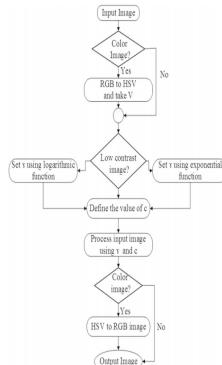


Figure 1: Adaptive gamma correction's flow chart

Figure1는 전체 flow chart이다. Gamma correction을 좀 더 general한 경우에서 사용하기 위해 나온 [1]에서의 gamma correction 기법은 기본적으로 RGB상에서가 아닌 HSV상에서 진행하게 된다. 이는 H, S는 유지하여 색 표현력은 그대로 두면서 V(value)의 값을 변경시키기 위함이다. 이제 HSV에서 value에 대한 histogram을 구하고 mean과 sigma를 구한다. 이를 통해 contrast의 정도와 어두운 정도를 binary로 파악하여 경우에 따라서 다른 방법으로 gamma와 parameter c를 구한다.

$$\gamma = -\log_2(\sigma)(low - contrast), \gamma = 1/(exp[(1 - (\mu + \sigma))/2](high - contrast)) \quad (1)$$

$$c = 1/(I_{in}^{\gamma}) + (1 - I_{in}^{\gamma}) \times (k - 1)(low - contrast, dark - image) \quad (2)$$

파악된 Contrast의 정도와 어두운 정도를 이용해 Equation1와 2를 통해 intensity를 조절한다. Contrast는  $4\sigma <= 1/\tau$ 를 만족하면 low-contrast이며 dark는  $\mu < 0.5$ 이면 dark라고 가정한다. [1]에선  $\tau = 3$ 이 적절하다고 나와있으나 생각보다 threshold가 높다고 판단하여 실제로 구현할 때에는  $\tau = 2$ 로 놓고 진행하였다.

## Experimental

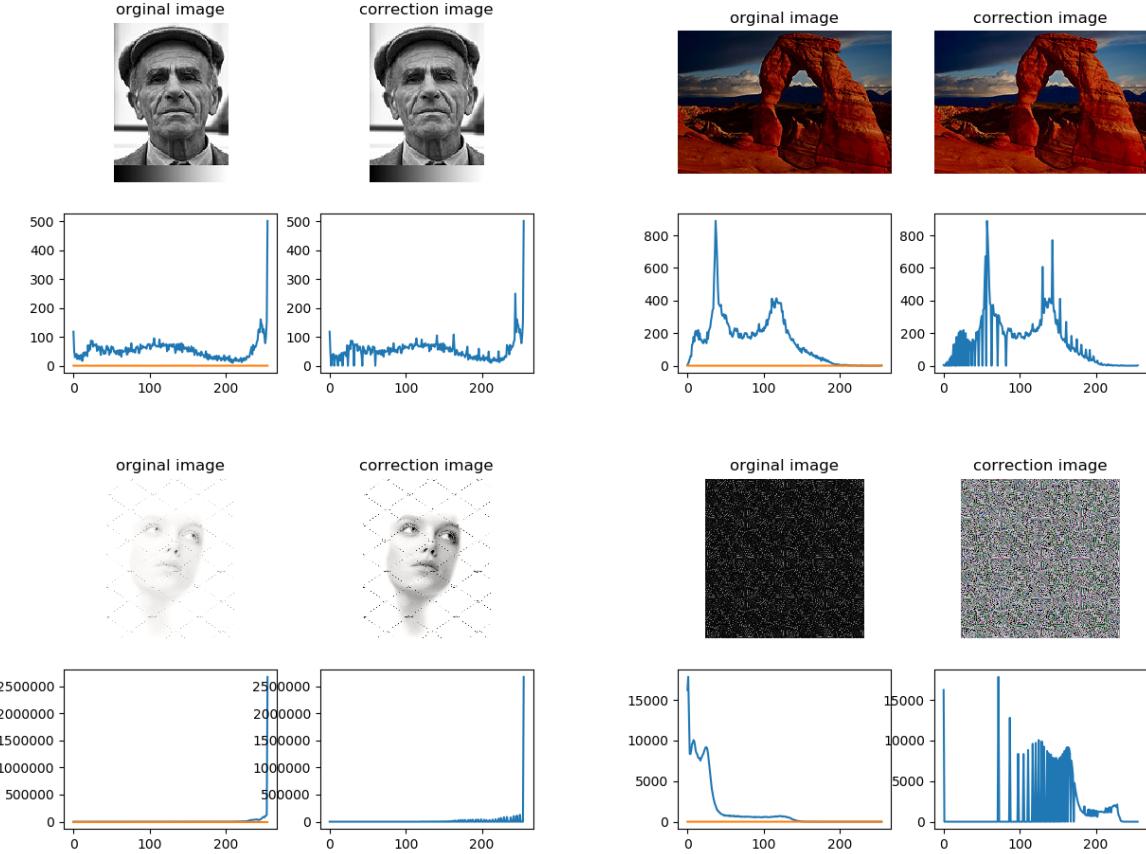


Figure 2: Top-Down : High-Low contrast Left-Right : Bright-Dark

Figure2은 [1]의 논문에서 나눈 case에 대해 각각 실험한 결과이다. Top-Left image에서 사람의 얼굴이 그림이 작아 구분이 잘 안되지만 실제로 약간의 밝아짐을 확인할 수 있었다. 또한 histogram을 봤을 때, 좌측의 local maximum 영역이 살짝 우측으로, 우측의 local maximum 영역이 살짝 좌측으로 이동하여 밝기가 안쪽으로 밀집된 형태임을 알 수 있다. 또, image 자체는 bright image이지만 전반적으로 dark 영역을 bright하게 만드는 특성이 강하기 때문에 dark 영역의 값을 bright 영역으로 당겨오다보니 계산 과정에서 생기는 zero point가 많이 보임을 확인할 수 있다. 물론 zero point가 생기는 가장 큰 이유중 하나는 image를 나타내기 위해 unsigned int를 사용하기 때문에 discrete해지는 것 때문이다. Top-Right image에서 이전 그림과는 달리 작은 image에서도 contrast가 좋아졌음을 확인했다. Dark 영역이 전반적으로 우측으로 이동했으며 전반적으로 dark image이기 때문에 이전 image에 비해 dark에서 bright로 당겨지는 것들이 많을 것이다. 그렇기 때문에 dark 영역쪽의 zero point가 상대적으로 많이 생성된 것을 확인할 수 있다. Bottom-Left image에서 극단적으로 bright하고 contrast가 굉장히 작은 얼굴 image를 일반적인 얼굴 image의 분포로 잘 나타낸 것을 확인할 수 있다. Histogram상에서 흰 배경 영역이 대부분이라 거의 차이가 없어보이지만 point들이 조금씩 튜는 것을 보면 잘 correction된 것으로 보인다. Bottom-Right image에서 작은 그림이라 잘 보이지 않지만 큰 그림으로는 굉장히 잘 복원이 되었다. Histogram을 보면 다른 경우와는 다르게 0에서 255를 걸쳐 전반적으로 uniform해진 것을 알 수 있다. 이는 parameter  $c$ 에 의해 작용한 것임을 알 수 있다. 순서대로 각각의  $\gamma$ 값은 1/1.0987, 1/1.2894, 4.3453, 3.0293이다. 이를 통해 확인해보면 low contrast의 경우 gamma가 1보다 크고, high contrast의 경우 gamma가 1보다 작다는 것을 확인할 수 있다.

## References

- [1] S. Rahman, M. M. Rahman, M. Abdullah-Al-Wadud, G. D. Al-Quaderi, and M. Shoyaib, “An adaptive gamma correction for image enhancement,” *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, vol. 2016, no. 1, pp. 1–13, 2016.