

슈퍼픽셀을 이용한 향상된 빛 번짐 영역 모델링

조칠석, 박종일¹

한양대학교

cscho@mr.hanyang.ac.kr, jipark@hanyang.ac.kr

Improved Glare Region Modeling using Super Pixel

Chil-Suk Cho and Jong-Il Park¹

Hanyang University

요 약

야간 영상에서 쉽게 발생하는 빛 번짐은 영상 내에 존재하는 색상 정보나 경계선과 같은 컴퓨터 비전에서 중요한 정보들에 대해 영향을 끼친다. 때문에 이를 효과적으로 이용하기 위해서는 빛 번짐 영역을 없애주는 보정 단계가 필요하다. 보정하기 위해서는 먼저 그 빛 번짐 영역을 정확하게 찾아내는 것이 중요하다. 본 논문에서는 다층구조를 이용하여 얻어진 빛 번짐 영역을 더욱 정확하게 모델링 할 수 있는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 슈퍼픽셀을 이용하여 빛 번짐 영역 모델링의 정확도를 향상시킨다. 제안한 방법에 의하면 층 구조를 이용하면서 발생하는 문제점인 영상 밝기 정보에만 의존하여 잘못된 영역을 포함시키거나 누락시켰던 문제점을 해결하였다.

1. 서론

다양한 컴퓨터비전 기술들의 발달이 실생활에 접목되어 편리함과 유용함을 제공하고 있다. 그러나 여전히 주간 영상을 대상으로 하는 좋은 기술들을 야간 영상을 대상으로 이용하기 위해서는 한계에 부딪혀있다. 영상의 색상 정보를 이용하는 컴퓨터비전에서 낮과 밤의 시간에 따라 조명환경이 달라져 정보가 바뀌기 때문이다. 이 문제를 해결하고자 낮과 밤의 색상 변화에 따른 상관성에 대한 연구도 이루어져왔다. [1]

낮과 밤 영상에서 달라지는 색상 정보 외에 우리가 이용할 수 있는 정보는 바로 경계선이다. 하지만 이 정보 역시 손실되는 경우가 있다. 실생활에 접목되어 사용되는 기술들은 주로 휴대성에 유리한 휴대 단말기를 통해서 이루어지며 대표적인 예가 스마트폰이나 태블릿과 같은 휴대용 단말기이다. 우리가 쉽게 접할 수 있는 CCD 카메라는 빛에 의한 영상 왜곡에 대해서 다음과 같은 특징을 나타낸다. 빛을 받아들일 때, CCD 센서로 표현 가능한 밝기의 값이 넘어버리는 경우에는 주변 CCD 센서에 영향을 주게 된다. 이 때문에 빛 번짐 현상이 발생한다. 본 논문에서는 빛 번짐 영역에 대해서 다룬다. 빛 번짐 현상은 대상이 되는 장면에 의한 영상의 밝기 값에 영향을 주게 된다. 이 과정에서 영상은 원래 가져야 할 경계선을 잃게 된다. 때문에 이 같은 빛 번짐 영역을 찾아내어 보정해주는 단계가 중요하다.

빛 번짐 영역에 대한 처리 방법은 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 소프트웨어적 처리[2]는 촬영된 영상을 보정하는 방법이며, 하드웨어적 처리는 다양한 방법이 존재한다. 여러 대의 카메라를 이용하여 보정하는 방법[3]과, 고 명암비 이미지(High Dynamic Range Image)를 이용하여 보정하는 방법[4],

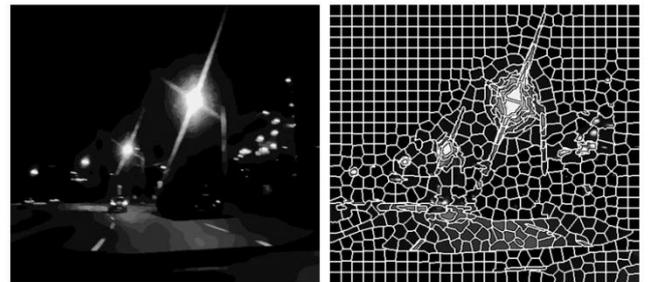


그림 1. (좌) 양자화만 수행한 경우. (우) 양자화 이후에 슈퍼픽셀을 사용한 경우.

혹은 카메라 내부 매개변수를 조정하여 빛 번짐을 회피하는 방법이 존재한다. 하드웨어적 처리는 대상이 정지된 장면일 경우 빛 번짐을 예방하여 획득 가능한 가장 좋은 영상을 얻는 것이 가능한 장점이 있지만, 실생활에 주로 접목되는 기술인 추적이나, 인식, 상호작용과 같은 동영상이나 유동적인 장면 사용에는 적합하지 못하다. 반복적인 처리를 통해서 얻어지거나, 고정된 환경에서 수행 되었기 때문이다. 그래서 소프트웨어적 처리 방법이 더 범용적으로 사용될 수 있다.

빛 번짐 영역을 보정하기 위해서는 그 영역을 정확하게 검출하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 이전의 연구인 다층구조를 이용하여 빛 번짐 영역 모델링을 슈퍼픽셀을 이용하여 향상시키는 방법을 제안한다. 기존의 연구[5]에서는 다룰 수 있는 정보가 촬영된 영상의 밝기 정보를 양자화한 결과로 한정되어 있었기 때문에 발생하였던 문제점을 극복하면서 더 나은 빛 번짐 영역에 대한 모델링을 이끌어 낼 수 있었다. 본 논문은 2 장에서 슈퍼픽셀을 통한 향상된 모델링 방법에 대하여 설명하고 3 장에서 실험 결과에 대해서 설명한다. 마지막으로 4 장에서 결론과 앞으로의 연구를 제시한다.

¹ 교신저자

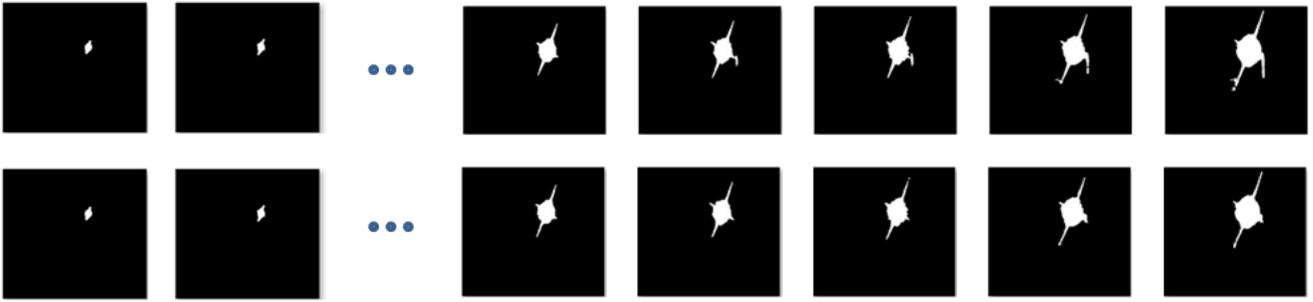


그림 2. 층의 생성 과정 (상) [5]의 생성과정. (하) 슈퍼픽셀을 이용하여 불필요한 부분을 제외한 생성과정.

2. 제안 방법

기존의 방법에서 드러난 문제점은 다음과 같다. 가장 큰 문제는 이용하는 정보가 극히 한정적이라는 것이다. 층 구조를 생성하는데 있어서 사용하는 정보는 영상의 밝기에 대한 양자화 결과뿐이다. 이 방법은 주변에 아무런 배경이나, 물체가 있지 않고 빛 번짐만 영상에 보여지는 경우에는 문제 없이 그 영역을 특정할 수 있다. 하지만, 실제로 대상이 되는 장면에는 빛 번짐 영역이 아닌 사용자가 원하는 다른 대상이 존재하기 때문에 추가적인 방법이 필요하다. 같은 이유로 다른 문제점은 양자화 결과에만 의존적이라는 것이다. 층간의 비교를 통하여 하나의 구조로 연결을 시키지만, 양자화 결과가 포함하지 못하는 영역이나 잘못 포함시킨 영역들이 분리되지 못하고 그대로 나타나는 문제점이 있다.

제안하는 방법은 슈퍼픽셀을 이용하여 필요한 정보를 세분화 시키는 것이다. 하나의 광원으로부터 시작된 층간의 비교는 양자화를 통해서 얻은 값을 기준으로 이루어진 층들로 수행된다. 슈퍼픽셀은 영상을 1/n 개의 픽셀로 표현해 준다[6]. 기존의 양자화를 통해서 이뤄진 영상에 대해서 슈퍼픽셀을 이용할 경우에는 그림 1(우)와 같다. 그림 1(좌)와 같이 양자화만을 통해서 층을 구성하는 경우에는 그 정보를 그대로만 사용할 수밖에 없다. 우리는 슈퍼픽셀을 이용함으로써 하나의 층을 여러 개로 나누어서 새로운 정보를 제공하였다. 분리된 슈퍼픽셀들은 각각 하나의 픽셀과 같은 역할을 하게 되기 때문에 양자화를 통해 얻은 층을 좀 더 세분화하기 위한 정보로 이용 된다. 이 정보를 이용하는 데에는 다음과 같은 빛의 두 가지 성질을 이용한다.

- 빛은 직선으로만 퍼진다.
- 빛은 거리에 따라서 밝기가 단조 감소 한다.

위의 두 가지 성질을 이용하여 제안하는 방법은 다음과 같다. 먼저 슈퍼픽셀들의 중심을 구한다. 이때 중심은 해당 영역을 포함하는 중심점이어야 하기 때문에 질량의 중심을 찾는다. 첫 번째 성질인 직선으로만 퍼지는 성질을 이용하기 위해서 해당 슈퍼픽셀의 질량의 중심으로부터 광원까지의 최단거리를 구함으로써 광원으로부터 직선으로 뻗어 나오는 빛 인지를 검사 한다. 이때 직선상의 픽셀 값은 수식(1)과 같이 정의 된다.

$$\overline{B_{LS}B_{SP}} = (I_0, I_1, \dots, I_{k-1}, I_k) \quad (1)$$

여기서 $\overline{B_{LS}B_{SP}}$ 광원과 슈퍼픽셀의 블록까지 최단거리 위에 존재하는 픽셀들의 모임이다. B_{LS} 는 광원이 위치한 블록을 의미하며, B_{SP} 는 새로운 하위 층 위에 존재하는

슈퍼픽셀 블록을 의미한다. 가장 외각에 존재하는 직선의 시작과 끝인 I_0 와 I_k 는 순서대로 B_{LS} 과 B_{SP} 에 맞닿아 있는 픽셀이며 일반적으로 I_0 는 가장 밝은 값을 가지는 픽셀이다. 이 과정에서 슈퍼픽셀의 중심이 해당 영역 내에 존재하지 않을 경우, 원치 않는 값과 비교하게 되기 때문에 질량 중심을 사용하는 것이다.

다음으로 두 번째 성질인 점차 감소하는 성질을 이용하기 위해서 $\overline{B_{LS}B_{SP}}$ 를 통해 비교하게 된다. 비교하는 함수 f_{mono} 는 식 (2)와 같으며, 식(3)을 통하여 판단을 내린다.

$$f_{mono}(x) = \begin{cases} Q(I_x) < Q(I_{x+1}), & 1 \\ Q(I_x) > Q(I_{x+1}), & 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\sum_{x=0}^{k-1} f_{mono}(x) = \begin{cases} 0, & \text{포함되어야 할 블록} \\ \text{other}, & \text{포함되면 안되는 블록} \end{cases} \quad (3)$$

여기서 k는 $\overline{B_{LS}B_{SP}}$ 를 통하여 얻어지고, $Q(I_x)$ 는 양자화된 영상에서의 I_x 픽셀의 밝기 값을 나타낸다. 슈퍼픽셀의 중심과 광원을 잇는 직선 위의 픽셀 값들은 광원에서 멀어질수록 점차 감소하게 된다. 이 값에 대해서 점차 감소하지 않고 증가하는 부분이 있다면 해당 슈퍼픽셀의 블록은 그림 2와 같이 식(3)에 의해 층에서 제외되어 상위 층과 연결성을 비교하게 된다.

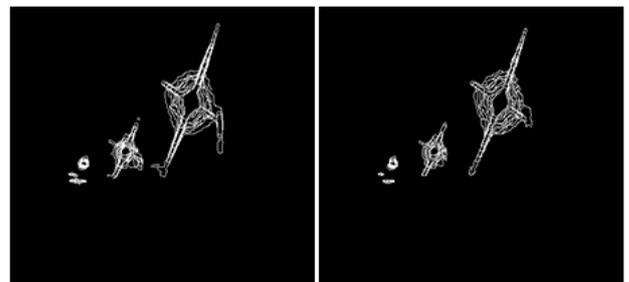


그림 3. 실험 결과 영상. (좌) [5]의 결과 영상. (우) 제안하는 방법의 결과 영상.

3. 실험 결과

본 장에서는 제안된 슈퍼픽셀을 이용한 향상된 모델링의 결과를 보이고 기존 연구와 비교한다.

제안된 방법에 의한 이점은 두 가지로 표현된다. 하나는 불필요한 영역의 감소이다. 그림 3(좌)의 가운데 가장 큰 층 구조

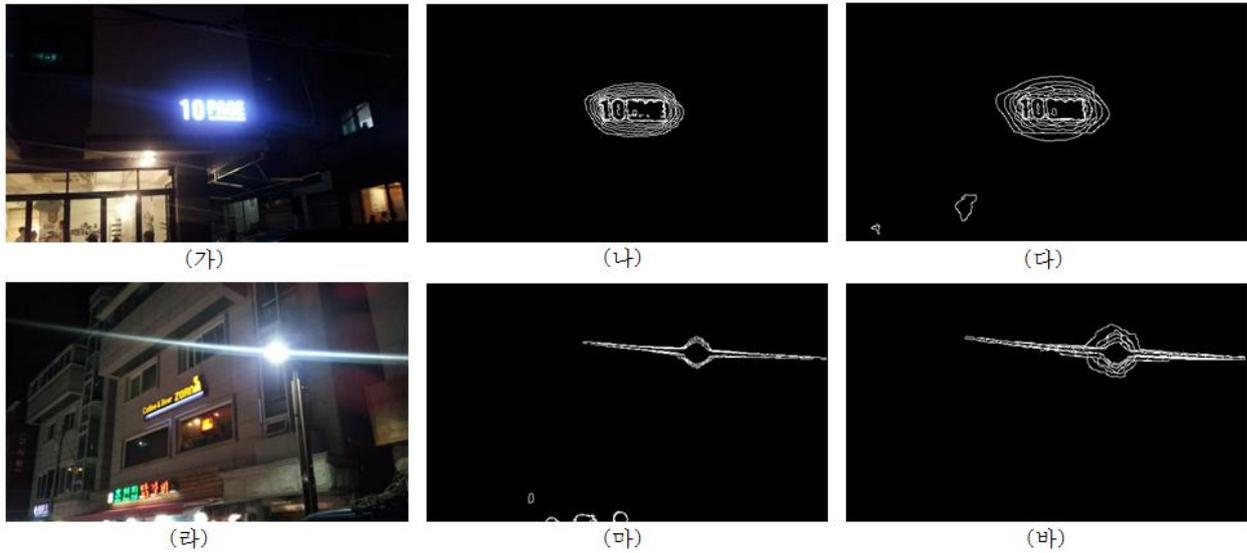


그림 4. 실험 결과 영상. (가, 라) 입력 영상. (나, 마) [5]의 결과 영상. (다, 바) 제안하는 방법의 결과 영상.

를 형성한 광원에 의한 빛 번짐을 보면, 구조의 오른쪽에 광원의 빛이 기둥에 반사되어 높은 밝기 값을 가진 영역들이 관찰된다. 이 영역들은 다층 구조만을 사용하였을 때 양자화를 통하여 하나의 층으로 판단되었기 때문에 연결되어 함께 모델링되었다. 제안된 방법에 의하면 그림 3(우)와 같이 빛의 성질에 맞게 광원으로부터 직선형태로만 뻗어나가는 모양으로 모델링이 수행되었다. 다른 한가지 이점은 바로 층 구조의 깊이 향상이다. 모델링이 축소됐을 때와 마찬가지로 이유로 양자화만으로 생성된 층은 불필요한 정보를 많이 담고 있다. 그래서 상위 층과 하위 층을 비교할 때 유사도가 부족하여 필요한 정보를 놓치는 경우가 발생한다. 슈퍼픽셀을 이용하여 이 층을 세분화하여 이용하였을 경우에는 그림 4(다, 바)와 같이 결과를 얻어 슈퍼픽셀을 이용하지 않고 양자화만 사용했을 때의 결과인 그림 4(나, 마)보다 깊이 감이 더욱 향상된 결과를 얻을 수 있다.

본 실험에서 양자화는 16 레벨로 진행하였으며, 슈퍼픽셀은 Ecole polytechnique fédérale de Lausanne(EPFL) Images and Visual Representation Group의 오픈 소스코드를 사용하여 수행하였다. 슈퍼픽셀의 개수는 영상의 (가로 폭/5) * (세로 폭/5) 으로 설정 하였고, 밀접도는 2 로 설정하여 수행하였다.

4. 결론

본 논문에서는 양자화를 통해 구성된 층들을 비교함으로써 다층 구조를 생성하여 빛 번짐 영역을 검출 하는 시스템에 대하여 슈퍼픽셀을 이용하여 모델링을 향상시키는 방법을 제안하였다. 기존의 한정된 정보를 빛의 성질을 고려하여 다루는데 있어서 슈퍼픽셀은 효과적으로 작동하였다. 제안된 방법에 의하여 기존 방법에서 필요한 정보를 누락시키거나 불필요한 정보를 포함시켰던 문제를 해결할 수 있었다.

빛 번짐에 대한 모델링이 정확할 수록 세밀한 보정이 이루어질 수 있다. 향후에는 더 정확한 모델링 방법에 기반한 보정을 수행하여, 야간 영상을 대상으로 하는 많은 기술들의 전처리 과정으로 사용 될 것을 기대한다.

감사의 글

본 연구는 지식 경제부 및 한국산업평가관리원의 산업융합원천 기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [KI002058, 대화형 디지털 홀로그램 통합서비스 시스템의 구현을 위한 신호 처리 요소 기술 및 하드웨어 IP 개발]

참고 문헌

- [1] Mayank Bansal and Kostas Daniilidis, "Joint Spectral Correspondence for Disparate Image Matching," *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2013. to appear
- [2] Holger Lange, "Automatic Glare Removal in Reflectance Imagery of the Uterine Cervix," *Proc.of SPIE Medical Imaging*, 5747, SPIE, San Diego, 2005.
- [3] Hiroaki Kumon and Miki Haseyama, "Improvement of Glare Area Detection on Night Wet Road by using Previous Images in Multiple Onboard Cameras," *International Workshop on Advanced Image Technology*, pp. 1062 – 1067, 2013.
- [4] Eino-Ville Talvala, Andrew Adams, Mark Horowitz and Marc Levoy, "Veiling Glare in High Dynamic Range Imaging," *ACM Transactions on Graphics*, vol. 3, no. 37, pp. 861–868, 2007.
- [5] Chil-Suk Cho, Joongseok Song and Jong-Il Park, "Glare Region Detection In Night Scene Using Multi-Layering," *The Third International Conference on Digital Information Processing and Communications*, pp. 467 – 469, Jan 2013.
- [6] Radhakrishna Achanta, Appu Shaji, Kevin Smith, Aurelien Lucchi, Pascal Fua, and Sabine Süsstrunk, "SLIC Superpixels Compared to State-of-the-art Superpixel Methods," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 34, no. 11, pp. 2274 – 2282, May 2012.