

Harris corner 검출법과 median filtering을 이용한 렌더링 이미지 노이즈 제거에 관한 연구

유호준*, 오재무**, 황현상***, 이의철****

*상명대학교 대학원 지능정보공학과, **상명대학교 컴퓨터과학전공, ***상명대학교 대학원 컴퓨터학과, ****상명대학교 휴먼지능정보공학전공
dbghwns11@gmail.com, toddlf0614@naver.com, hyeonsang92@naver.com, eclee@smu.ac.kr

A Study on rendering image denoising using Harris corner detection and median filtering

Hojoon You*, Jaemu Oh**, Hyeonsang Hwang***, Eui Chul Lee****

*Dept. of AI & Informatics, Graduate School, Sangmyung University

**Dept. of Computer Science, Sangmyung University

***Dept. of Computer Science, Graduate School, Sangmyung University

****Dept. of Human-Centered Artificial Intelligence, Sangmyung University

요 약

Monte Carlo 렌더링은 모든 빛을 광원에서부터 추적하는 것 대신, 몇 개의 빛의 경로만을 추적해서 이들의 평균으로 화소값을 정해 이미지를 만드는 방법이다. 여기서 추적하는 빛이 많다면 이미지가 사실적으로 만들어질 수 있지만 연산량이 증가한다. 따라서 적은 빛의 경로를 추적하여 렌더링을 수행하여 이미지를 만들고, 노이즈를 제거해서 많은 양의 빛을 추적하여 렌더링을 한 이미지와 유사하게 만들려는 연구가 많이 진행되고 있다. 그러나 이러한 연구들은 많은 연산량을 요구하기 때문에 고성능의 기기 사양을 요구한다. 따라서 본 연구에서는 저사양의 기기에서 활용할 수 있도록 Harris corner 검출법과 median filtering을 활용한 렌더링 이미지 노이즈 제거 연구를 수행했다.

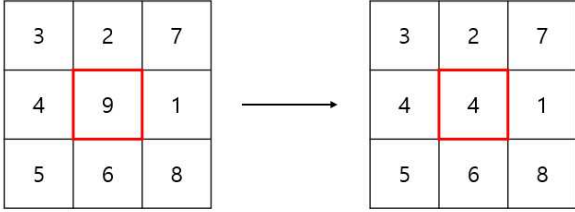
1. 서론

Monte Carlo 렌더링은 모든 빛을 광원에서부터 추적하는 것 대신, 몇 개의 빛만을 추적해서 이들의 평균을 내어 화소값을 정해 이미지를 만드는 방법으로 효율적인 렌더링 기법으로 사용되고 있다[1, 2]. 렌더링을 수행할 때 모든 빛을 추적하는 것이 아니므로, 추적하는 빛의 개수가 이미지의 질을 결정한다. 많은 빛을 추적한다면 좀 더 사실적인 이미지가 생성되지만 연산량이 많이 증가한다. 적은 빛을 추적한다면 연산량은 적어지는 대신 노이즈가 많은 이미지가 생성된다[2]. 따라서 렌더링의 효율을 위해 적은 빛을 추적하여 이미지를 만들고 노이즈를 제거해 많은 빛을 추적하여 만든 이미지와 유사하게 만들려는 연구가 활발히 진행되었다. Liu의 연구에서는 세 개의 feature images(textures, normals, depths)를 Sobel operator를 이용해 guidance image를 생성하고 guided filter를 통해 노이즈를 제거하는 연구를 하였다[3]. Lee의 연구에서는 diffuse light와 specular light를 구분하여 dual convolution

neural network(CNN)을 설계하여 노이즈를 제거하는 연구를 하였다[2]. Lee의 연구와 같이 최근 연구들에서는 CNN이나 generative adversarial network(GAN)등 신경망을 훈련시켜 노이즈를 효과적으로 제거하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 이러한 방법들은 많은 연산량을 필요로 하고 고성능의 기기 사양을 요구한다. 이를 해결하기 위해, 본 연구에서는 저사양의 기기 또는 모바일에서 활용할 수 있도록 median filtering과 Harris corner 검출법을 활용한 렌더링 이미지의 노이즈 제거 연구를 수행한다.

2. Harris corner 검출법을 활용한 median filtering

Median filtering은 필터의 중심에 있는 화소값을 필터 범위 안에 있는 화소값들을 정렬했을 때 중간값으로 변경하는 방법이다. 이를 이용하면 노이즈, 특히 salt and pepper noise라 불리는 임펄스 노이즈를 제거하는데 효과적이다.



(그림 1) median filtering 예시

하지만 median filtering을 수행하면 이미지의 edge 성분과 같은 디테일들을 소실하게 된다. 따라서 median filtering을 수행하면서 이미지의 디테일을 보존하기 위해서는 부분적인 필터링이 필요하며, 우리는 이를 위해 Harris corner 검출법을 사용했다.

$$E(u,v) = \sum_{x,y} w(x,y)[I(x+u,y+v) - I(x,y)]^2$$

$$E(u,v) \approx [u \ v] M \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix}$$

$$M = \sum_{x,y} w(x,y) \begin{bmatrix} d_x^2 & d_x d_y \\ d_x d_y & d_y^2 \end{bmatrix}$$

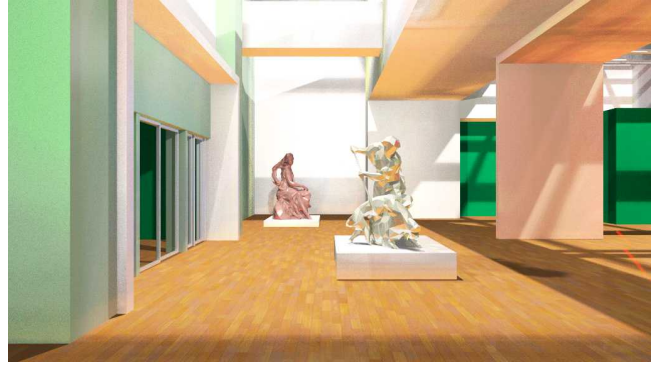
$$R = \det(M) - k(\text{trace}(M))^2 \quad (1)$$

이미지에서 corner 성분은 모든 방향에서 값의 변화가 심하고, edge 성분에서는 edge의 방향으로는 변화가 적지만 edge에 수직 방향으로는 변화가 심하다. Harris corner 검출법에서는 이러한 이미지의 변화량을 위 수식을 통해 계산하여서 corner와 edge 성분을 찾는 검출법이다[4]. 수식 (1)을 통해 계산된 R 값이 음수라면 edge, 또는 정해진 임계값보다 크다면 corner로 판단한다. 이를 통해 이미지의 디테일 성분이라 할 수 있는 corner 성분과 edge 성분을 제외한 나머지 화소에 대해 미디언 필터링을 수행하는 방법을 사용하였다.

3. 실험

실험에는 Intel i7-1165G7 CPU의 기기를 이용하여 실험을 진행하였고, median filtering과 Harris corner 검출법을 사용한 결과를 비교했다. 이미지는 (그림 2)와 같이 sample per pixel(spp) 32로 생성된 해상도 1920×1080 이미지를 이용한다. RGB 타입 이미지를 YCbCr 채널로 변경 후, 밝기 성분에 해당하는 Y 채널에 대해서만 필터링을 수행했다. Median filter의 필터 사이즈는 5로 설정하고 Harris corner 검출법의 윈도우 사이즈는 3으로 설정하여 실험했

다. 코드는 C++와 OpenCV를 이용하여 구현했다.



(그림 2) 실험에 사용된 32 SPP, full HD 해상도의 렌더링 이미지

(그림 3)과 같이 이미지의 노이즈를 median filtering을 통해 제거한 결과 이미지의 노이즈가 부분적으로 제거가 되었으나, edge 성분 또한 소실된 부분을 확인할 수 있었으며, aliasing 현상이 발생하는 부분도 확인할 수 있었다. 반면에 Harris corner 검출법을 함께 사용한 이미지의 경우 노이즈 제거 결과는 유사하지만, (그림 4)의 이미지에서 볼 수 있듯 edge 성분의 소실이 적어진 모습을 확인할 수 있었으며, aliasing 현상 또한 나타나지 않았다.



(그림 3) 노이즈 제거 결과 이미지, 왼쪽부터 노이즈 제거 전, median filtering 결과 이미지, Harris corner 검출법을 함께 사용한 median filtering 결과 이미지



(그림 4) 왼쪽부터 median filtering 결과 이미지, Harris corner 검출법을 함께 사용한 median filtering 결과 이미지

처리 시간은 10회 측정을 하고 그 평균을 계산했다. Median filtering의 처리 시간은 약 791ms였다. 하지만 Harris corner 검출법을 함께 사용한 median filtering의 처리 시간은 Harris corner 검출에 35.2ms, median filtering에 519.5ms로 총 564.7ms의 보다 빠른 처리 시간을 보였다.

<표 1> 처리 시간

	Harris corner	median filtering	Total
처리 시간(ms)	35.2	519.35	564.7

4. 결론

실험 결과를 통해 Harris corner 검출법을 사용해 부분적으로 median filtering을 수행하면 빠른 처리 시간으로 노이즈를 제거하면서 edge나 corner 성분과 같은 디테일을 보존할 수 있음을 확인하였으며 aliasing 현상 또한 일어나지 않음을 확인할 수 있었다. 하지만 edge 성분이 노이즈 제거 전에 비해 깨끗하지 못한 결과가 나타나는 현상이 발생하는 경우가 있었으며, median filtering만으로는 노이즈의 제거가 충분히 되지 못하는 한계점이 존재했다. 향후 연구에서는 이러한 문제점을 해결하여 저사양 기기나 모바일에서 효과적으로 노이즈를 제거할 수 있는 방법을 연구할 계획이다.

사사

이 논문은 과학기술정보통신부(정보통신산업진흥원) 재원 “인공지능반도체 혁신기업 집중육성”사업인 “심층학습 기반의 영상 개선 기술을 연동한 저전력 Mobile GPU Platform 개발 (R-20210323-010906)”을 통해 수행된 결과입니다.

참고문헌

- [1] Veach E, Guibas LJ, “Optimally combining sampling techniques for Monte Carlo rendering.”, Proceedings of the 22nd annual conference on Computer graphics and interactive techniques. ACM, 419-428, 1995
- [2] Kwang-Yeob Lee, “Design of a Dual Network based Neural Architecture for a Cancellation of Monte Carlo Rendering Noise.”, Journal of IKEEE 23, 4, 1366-1372, 2019
- [3] Liu Y, Zheng C, Zheng Q, Yuan H, “Removing Monte Carlo noise using a Sobel operator and a guided image filter.” The Visual Computer, 34, 4, 589-601, 2018
- [4] Harris C, Stephens M, “A combined corner and edge detector.”, Alvey vision conference, United Kingdom, 1988, 147-151