

여러 가지 상황에서의 Image Filtering

방정원^o

^o청강문화산업대학교 게임전공

e-mail: jwbang@ck.ac.kr^o

Image Filtering in many different cases

Jung Won Bang^o

^oDept. of Computer Game, ChungKang College of Culture Industries

● 요약 ●

본 논문에서는 VR의 발전과 함께 주목받고 있는 컴퓨터 비전 관련 기술들에 대하여 살펴보고, 가장 먼저 선행되어야 하는 이미지 필터링 알고리즘에 대하여 살펴 본다. 다양한 case에서의 여러 Image Filter를 구현, 성능을 비교 분석해 보고, 정확도를 향상 시킬 수 있는 방안에 대하여 연구한다.

키워드: 이미지 필터(image Filter), 양방향 적응 필터(Bilateral Filter), 가중 중앙값 필터(Weighted Median Filter), 가이드 필터(Guided Filter)

I. Introduction

전 세계적으로 가상현실(Virtual Reality)이 빠른 발전과 함께 주목을 받고 있다. 이와 함께 컴퓨터 비전 기술이 전 세계적 주목을 받고 있다. 이 논문에서는 컴퓨터 비전 알고리즘의 가장 기본이고, 선행되어야 하는 Image Filtering에 대해 연구한다. Image Filtering은 다양한 컴퓨터 비전 알고리즘에 앞서 정확도를 올리기 위해, 노이즈를 제거하는 역할을 한다. paper-and-salt 등의 노이즈가 포함되어 있는 경우, 이를 단순 low-pass-filter를 이용하여 제거할 경우, 완전히 노이즈가 제거되지도 않을 뿐 더러, 영상의 고주파 성분이 없어져 blurring하는 악영향을 초래한다. 따라서 Image Filtering의 목적은 Noise를 효과적으로 제거하되, 원본의 고주파 성분, sharpness를 유지하는 것이라 할 수 있다. 우리는 본 논문에서, salt-and-paper 노이즈 제거에 용이하며, 범용적으로 많이 사용되는 Guided Filter와 Weighted Median Filter를 구현해보고 비교해 본다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 Bilateral Filter

Bilateral Filter는 Fig 1.과 같이, 기본적으로 Gaussian Filter(space kernel)를 사용하되, range kernel을 추가로 사용하는 알고리즘을 말한다. 식 1.와 같이 space kernel과 같이 range kernel을 같이 적용하면, Fig1. 에서와 같이, 해당 pixel에서 밝기가 비슷한 neighbor에 대해서만 space kernel을 적용하게 된다. 예를 들어, 기존 Gaussian Space kernel을 사용하면, 경계부분 부근에서 smoothing이 발생하여 blurring되는데, Bilateral Filtering에서는 경계를 넘어서는 space kernel이 적용되지 않으므로 sharpness를 유지할 수 있다.

$$bf(I)_p = \frac{1}{W_p} \sum_q \underbrace{G_{\sigma_s}(\|p - q\|)}_{\text{space}} \underbrace{G_{\sigma_r}(\|I_p - I_q\|)}_{\text{range}} I_q$$

식 1. Bilateral Filter 수식적 표현

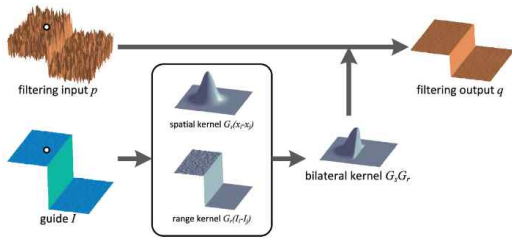


Fig 1. Bilateral Filter 개념도

1.2 Guided Filter

Bilateral Filter와 유사하게, Guide Image를 사용한다. 여기서 Guide Image는 입력영상과 동일한 p로 사용해도 좋지만, 다른 Image Filter를 사용하여 Sharpness는 떨어 지지만 noise를 제거한 이미지를 사용한다. Bilateral Filter와는 다르게, 출력 영상 q를 Guide Image의 선형 모델로 가정하여, 입력 영상 p와의 오차를 최소화 하되, 선형모델의 변수, a가 space상에서 consistency를 잃지 않도록 제한을 주어 사용한다.

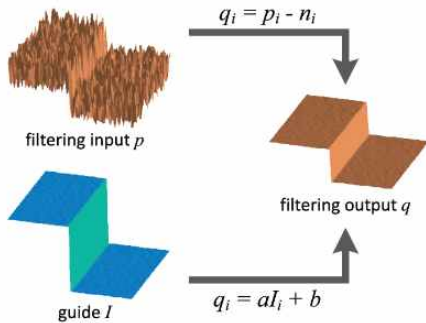


그림 3. Guide Filter 개념도

1.3 Weighted Median Filter

paper-and-salt noise는 sparse하지만 굉장히 sharp하고 큰 오차를 생성한다. 따라서 기존의 주파수 필터를 사용하는 방법으로는, 눈에 띄지 않을 정도로 제거하기가 힘들다. 이를 위해 많이 사용하는 알고리즘이 Median Filter이다. Median Filter는 해당 픽셀인근, Kernel내의 픽셀 중 밝기 중간 값을 해당 픽셀의 밝기로 선택하는 알고리즘이다. 하지만 Median Filter도 단점이 있다. Kernel 크기가 작으면 Noise가 효과적으로 사라지지 않을 수 있고, Kernel크기가 너무 크면, 너무 먼 위치의 픽셀값을 가져와 이미지를 원본이미지와 다른 방향으로 왜곡시킬 우려가 있다. 이러한 문제를 개선한 알고리즘이 Weighted Median Filter이다. Kernel 내에서 Median 값을 계산하기 위해 Histogram을 카운트할 때, 현재의 pixel의 값은 1개로 카운트 하는 반면, 예를 들어 먼 위치의 pixel값은 0.1개 처럼 불균등한 방법으로 Histogram을 계산하여 Median값을 계산한다.

III. Test Result

Table 1.과 같이 matlab으로 Weighted Median Filter를 구현하였다. kernel의 반지름은 2로 고정하여, paper-and-salt 노이즈하에서 Guided Filter와 Weighted Median Filter를 비교하였다. 문제의 단순화를 위해 gray image를 이용하였다.

<p>원본</p>	
<p>Guided Filter</p>	
<p>Weighted Median Filter</p>	

Table 2. Image Filter결과 비교

```

W_function = 'guided';
% W_function = 'box';
box_radius = 8;
box_hsize = 2*box_radius + 1;

h = zeros( tmp_size(1), tmp_size(2), 256 );

for y = 1:1:tmp_size(1);
    for x = 1:1:tmp_size(2);
        org_l_gray(y,x) = sum(org_l(y,x,:)) /3;
    end
end

% Histogram 3D map
for y = 1:1:tmp_size(1);
    for x = 1:1:tmp_size(2);
        h(y,x,uint8( org_l_gray(y,x) ) +1 ) = h(y,x,uint8(
org_l_gray(y,x) ) +1 ) +1;
    end
end

h_filt = zeros(tmp_size(1), tmp_size(2), 256);
for level = 1:1:256;
    if strcmp(W_function, 'guided')
        if mod( level, 64 ) == 0
            fprintf('current level = %dWn', level);
        end
        h_filt(:,:,level) = GuidedFilter(h(:,:,level), 1, 1 );
    else
        if mod( level, 64 ) == 0
            fprintf('current level = %dWn', level);
        end
        W = fspecial('average', box_hsize);
        h_filt(:,:,level) = imfilter(h(:,:,level), W,
'replicate')*box_hsize*box_hsize;
    end
end

img_medi = zeros( tmp_size(1), tmp_size(2) ) -1;
for y = 1:1:tmp_size(1);
    if mod( y, 64 ) == 0
        fprintf('current y = %dWn', y);
    end
    for x = 1:1:tmp_size(2);
        tmp_sum = sum( h_filt(y,x,:) )/2.;
        for level = 1:1:256;
            tmp_sum = tmp_sum - h_filt(y,x,level);
            if (tmp_sum <= 0) & ( img_medi(y,x) < 0 ) ;
                img_medi(y,x) = uint8(level-1);
            end
        end
    end
end
end

```

Table 1. Weighted Filter Matlab 코드

IV. Conclusions

Table 2.의 결과를 보면, Salt-and-Paper 노이즈 자체는 Weighted Median Filter가 더 깔끔하게 제거 하나, 원숭이의 턱에 털이 많이 있는, Texture가 많이 있는 부분을 보면, 확실히 blur된 부분이 많이 있음을 확인할 수 있다. 테스트 결과로 보았을 때, Texture가 많은 영상의 경우는 Guided Filter를, Texture가 적은 영상의 경우 Weighted Median Filter를 사용하는 것이 효과적이다.

References

- [1] Guided Image Filtering, by Kaiming He, Jian Sun, and Xiaoou Tang, in TPAMI 2013
- [2] Constant Time Weighted Median Filtering for Stereo Matching and Beyond, by Ziyang Ma, Kaiming He, Yichen Wei, Jian Sun, and Enhua Wu, in ICCV2013