

숙제 #3 (40점)

Mean field image segmentation

EEE6478 컴퓨터 비전

120180048 김태훈

- a) Mean shift filtering의 구현을 위해서는 먼저 알고리즘이 수렴하는 시점에 대한 정의가 필요하다. 이를 위해서 각 iteration마다 mean의 변화로 인하여 feature space에서의 위치가 변화한 픽셀이 10개 이하일 때를 수렴 시점으로 설정하였다.

Mean shift filtering의 실험을 위하여 변화시킨 parameter는 feature vector의 spatial 부분에 해당하는 h_s 와 range 부분에 해당하는 h_r 이다. 각각을 3개의 영상에 대하여 10부터 50까지 10씩 증가시키며 실험한 결과를 토대로 분석을 수행하였다. 또한 3개의 영상을 가우시안 필터를 사용하여 sigma를 1부터 100까지 10씩 증가시켜 가며 실험한 결과를 토대로 분석을 수행하였다.

영상 별 분석 결과에 앞서 전체적인 결과를 가우시안 필터를 적용한 결과와 비교하였을 때, 가우시안 필터를 적용한 결과는 시그마의 크기가 커질수록 에지의 선명도가 사라지고, 인접한 region이 하나로 합쳐지는 현상을 전반적으로 발견할 수 있었다. 또한 이는 region의 특성과 상관 없이 인접한 region 사이의 경계를 무너뜨리는 특성을 보여 시그마 값을 높이면 영상을 못 알아 보는 수준에 이르기도 하였다.

반대로 mean shift filtering을 적용한 결과를 보면 h_s, h_r 의 크기를 키워도 region의 경계가 무너지지 않고 그대로 유지되는 현상을 발견할 수 있었다. Parameter의 크기가 커질수록 세세한 작은 region은 사라졌지만 큼직한 region 간의 경계는 유지되고 있다. discontinuity-preserving 측면에서 볼 때 mean shift filtering은 region 간의 discontinuity를 유지하면서 불필요한 부분을 날려 버리기 때문에 가우시안 필터보다 더욱 효과적이라고 볼 수 있다. 특히 영상 2의 mean shift filtering 결과의 경우 소보로 빵 위의 세세한 무늬는 파라미터의 값이 커질수록 점점 사라지지만 빵과 버터의 region은 그대로 유지된다는 점에서 가우시안 필터보다 region segmentation에 더 도움이 된다고 할 수 있다.

(1) 영상 1 mean shift filtering



원본

$h_s = 10, h_r = 10$



$h_s = 20, h_r = 20$

$h_s = 30, h_r = 30$



$h_s = 40, h_r = 40$

$h_s = 50, h_r = 50$

꽃 이미지에 mean shift filtering을 적용했을 때 parameter 값이 커질수록 배경과 꽃의 경계가 더욱 뚜렷해 짐을 확인하였다. 다만 광원과 꽃의 색이 비슷하여 마지막 이미지의 경우 일부 꽃이 지워지는 모습을 확인하였다.

(2) 영상 1 gaussian filtering



원본



$\sigma=3$



$\sigma=10$



$\sigma=30$



$\sigma=50$



$\sigma=100$

영상 1 같은 경우에는 아웃포커싱을 이용하여 촬영한 사진이기 때문에 배경과 물체 사이의 경계가 뚜렷하여 높은 시그마의 가우시안 필터를 적용하더라도 region간의 경계가 유지된다. 꽃잎의 세세한 무늬는 없어지지만 전체적인 윤곽은 그대로 남아있음을 확인하였다. 시그마 값을 100까지 올려 봤음에도 별 차이가 없었다.

(3) 영상 2 mean shift filtering



원본



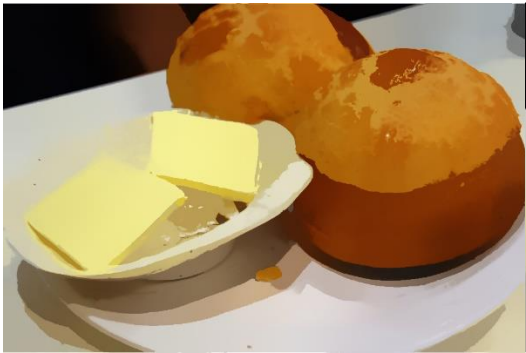
$h_s = 10, h_r = 10$



$h_s = 20, h_r = 20$



$h_s = 30, h_r = 30$



$h_s = 40, h_r = 40$



$h_s = 50, h_r = 50$

파라미터 값이 커질수록 빵 위의 세세한 무늬가 사라짐을 확인 할 수 있었다. 그러나 버터와 빵, 접시의 형태가 모두 유지되는 것으로 보아 region segmentation에는 효과적인 것으로 보인다.

(4) 영상 2 gaussian filtering



원본



$\sigma=3$



$\sigma=10$



$\sigma=20$



$\sigma=50$



$\sigma=100$

영상 2 역시 가우시안 필터의 시그마를 100까지 올려봤음에도 영상이 전체적으로 흐려지기만 할 뿐 빵의 세세한 무늬가 지워지지는 않았다. 또한 버터와 접시, 빵 사이의 경계를 흐트러뜨리면서 region segmentation에는 별 도움이 되지 않음을 확인할 수 있었다.

(5) 영상 3 mean shift filtering



원본

$h_s = 10, h_r = 10$



$h_s = 20, h_r = 20$

$h_s = 30, h_r = 30$



$h_s = 40, h_r = 40$

$h_s = 50, h_r = 50$

이 영상의 경우 파라미터의 값이 커질수록 배경과 사물 간의 경계가 뚜렷해지고 각 region의 세세한 부분은 지워짐을 확인할 수 있다.

(6) 영상 3 gaussian filtering



원본



$\sigma=3$



$\sigma=10$



$\sigma=20$



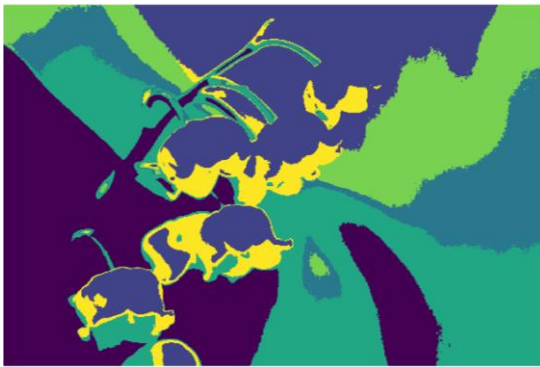
$\sigma=50$



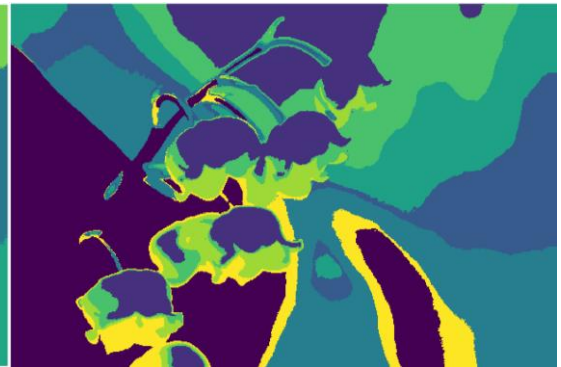
$\sigma=100$

영상 3에서는 가우시안 필터의 문제가 확연하게 드러난다. 영상 3의 mean shift filtering 결과와 달리 세세한 region 뿐 만 아니라 가운데 사람과 주변 배경 간의 경계까지 흐려져 discontinuity를 떨어뜨리면서 region segmentation을 어렵게 함을 확인할 수 있었다.

- b) Mean shift image segmentation을 위해서 a)의 결과로 얻은 전처리된 영상들을 실험에 사용하였다. 또한 그 크기가 10 pixel 이하인 region은 근처의 가장 비슷한 region에 통합시키는 것으로 너무 작은 region은 없애는 과정을 거쳤다. 이후 a)에서 제시한 각각의 결과 이미지에 대한 cluster의 개수를 비교해보았다. 이전 전처리 과정에서의 parameter 값이 클수록 segmentation의 결과로 나오는 cluster의 수가 변화하였고 이로 인하여 이미지 내의 region의 개수도 변화하는 결과를 보였다. Mean shift filtering의 파라미터를 조절하는 것으로 mean shift segmentation의 segmentation 결과의 region 개수를 최적화 하여 불필요한 region을 줄일 수 있음을 확인하였다.



원본, $n_cluster=6$



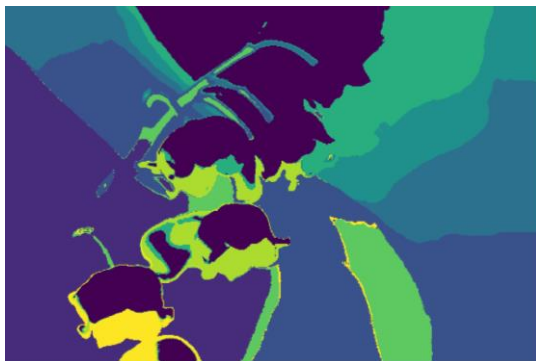
$h_s = 10, h_r = 10, n_cluster = 8$



$h_s = 20, h_r = 20, n_cluster = 11$



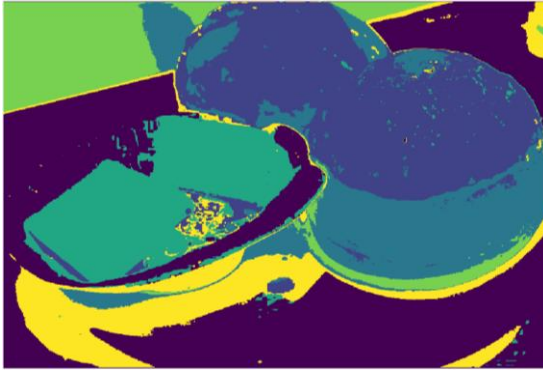
$h_s = 30, h_r = 30, n_cluster = 9$



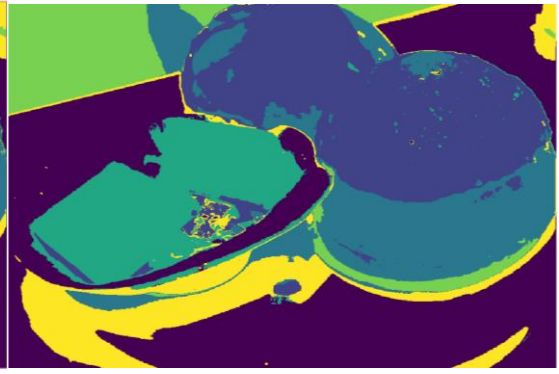
$h_s = 20, h_r = 20, n_cluster = 9$



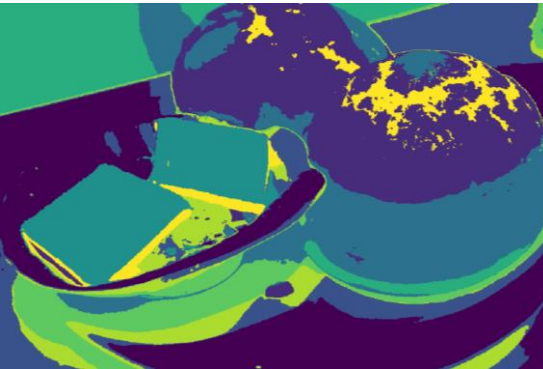
$h_s = 30, h_r = 30, n_cluster = 10$



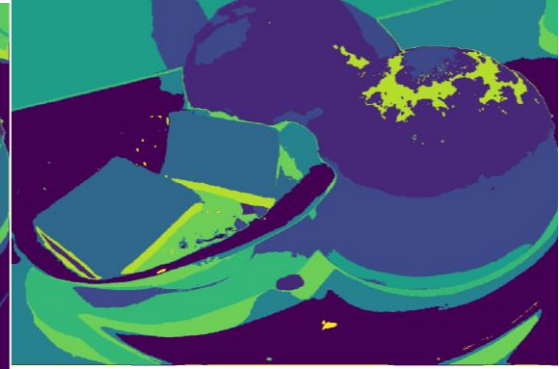
원본, n_cluster= 6



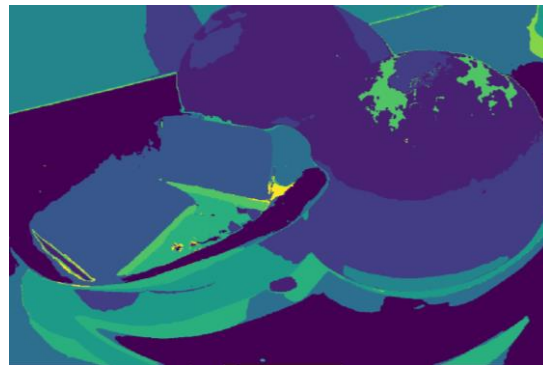
$h_s = 10, h_r = 10, n_cluster = 6$



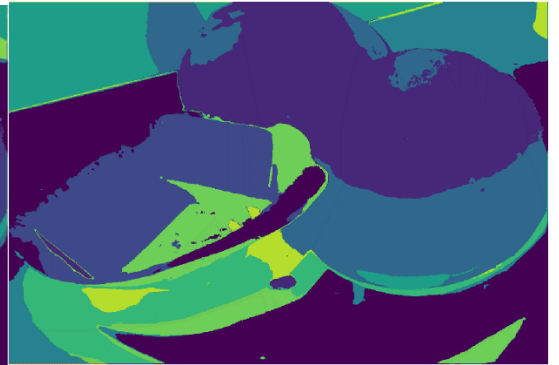
$h_s = 20, h_r = 20, n_cluster = 9$



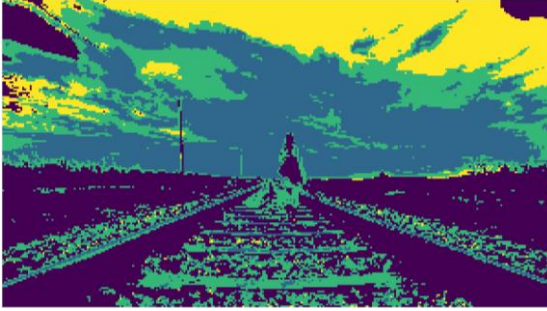
$h_s = 30, h_r = 30, n_cluster = 10$



$h_s = 20, h_r = 20, n_cluster = 12$



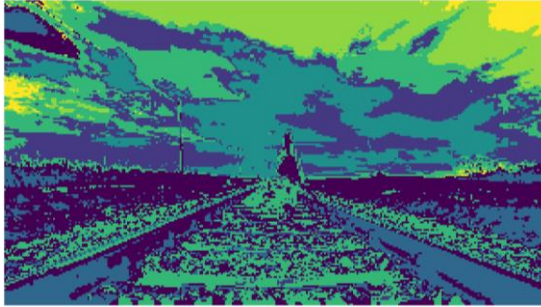
$h_s = 30, h_r = 30, n_cluster = 10$



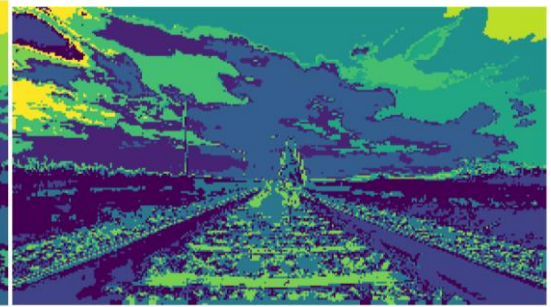
원본, $n_cluster=4$



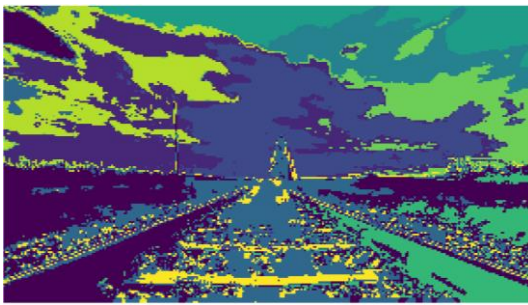
$h_s=10, h_r=10, n_cluster=5$



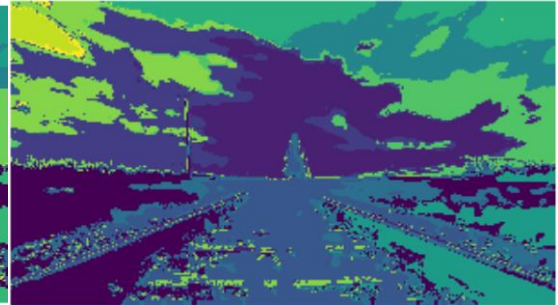
$h_s=20, h_r=20, n_cluster=7$



$h_s=30, h_r=30, n_cluster=11$



$h_s=20, h_r=20, n_cluster=10$



$h_s=30, h_r=30, n_cluster=12$