

평활화 필터 기반 적응적 가중치를 이용한 변위 추정 방법

문지훈 호요성

광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부

{jhm, hoyo}@gist.ac.kr

Disparity Estimation Method using Smooth Filtering based Adaptive Weighting

Ji-Hun Mun Yo-Sung Ho

Gwangju Institute of Science and Technology

요약

정확한 변위정보를 추정하기 위해 다양한 비용 값 계산함수 또는 비용 값 합산 방법들이 개발되었다. 본 논문에서는 비용 값 계산을 위해 좌, 우영상의 기울기와 SAD(Sum of Absolute Differences)를 이용하며 비용 값 합산을 위해 가이드 영상 필터링을 사용한다. 가이드 영상 필터링은 가이드 영상의 종류에 따라 필터링결과가 크게 변하게 되는데, 스테레오 정합에 사용된 원본 입력 영상을 가이드 영상으로 사용할 경우 정확한 화소 값을 가지고 있기 때문에 경계영역을 보존하며 필터링 수행이 가능하다. 하지만 가이드 필터링은 가이드 영상으로부터 미리 지정해준 이웃한 화소와의 거리와 색상차이의 분산 값만을 고려하여 필터링을 수행하기 때문에 설정 변수 값에 매우 의존적인 특성을 갖는다. 가이드 필터링 과정에서 변수에 대한 의존성을 낮추고 경계영역의 정확도를 높이기 위해 우선 평활화 필터를 이용하여 경계영역을 추출한다. 원본 입력영상을 사용하여 경계영역을 추출할 경우 객체 내부의 많은 텍스처 영역의 정보까지 추출되지만, 평활화 필터를 이용할 경우 정확한 경계영역의 정보만을 추출 할 수 있다. 추출된 경계영역에 대해서만 높은 가중치를 사용한 뒤 기존의 가이드 영상 필터링과 혼합하여 최종 비용 값을 합산한다. 제안한 방법을 사용하여 경계영역의 정확도가 향상된 최종 변위 지도를 획득할 수 있었다.

1. 서론

컴퓨터 비전 시스템의 다양한 적용 분야에서 평활화 필터는 객체의 경계영역 보존 및 영상 분할과정에서 중점적으로 다뤄졌으며 많은 알고리즘이 개발되어왔다. 기본적으로 경계영역을 보존하며 평활화 필터링을 수행하는 것의 목적은 다양한 영상 잡음이나 객체 내부의 불필요한 텍스처 정보로부터 중요한 영상 신호를 분류하는 것이다. 또한 동시에 객체의 경계영역에 존재하는 잡음들을 제거하는 것이다. 경계영역을 보존하며 평활화 필터링을 수행하기 위해 이방성 확산 필터[1], 양방향 필터[2], 가이드 필터[3], 그리고 가중 중간 값 필터링[4] 등 다양한 필터들이 컴퓨터 비전 분야에서 널리 사용되고 있다.

스테레오 영상으로부터 변위 정보를 획득하기 위해서는 비용 값을 계산하는 과정과 계산된 비용 값을 합산하는 과정이 필요하다. 특히 비용 값 합산 과정은 비용 값을 변위 탐색 범위에 따른 볼륨 단위로 계산할 경우 필요로 하게 되는데, 본 논문에서 적용하는 가이드 영상 필터링 또한 볼륨 단위 비용 값 계산을 수행한다. 가이드 영상 필터링을 이용하여 비용 값을 합산할 경우 양방향 필터의 성격을 토대로 비용 값을 합산하기 때문에 객체의 경계영역을 보존하며 비용 값을 합산할 수 있다는 장점이 존재한다.

2. 제안하는 변위 값 추정 알고리즘

2.1 비용 계산 함수

변위 값 생성을 위한 비용 계산 함수로 스테레오 정합에서 일반적으로 사용되는 SAD와 영상의 기울기 정보를 사용하여 식 (1)과 같은 비용 함수를 정의하였다.

$$\sum_{k=\min_{\text{dep}}}^{\max_{\text{dep}}} \text{Cost}(k)_{\text{initial}} = \alpha \cdot \min(|I_i - I'_{i-1}|) + (1-\alpha) \cdot \min(|\nabla_{x,y} I_i - \nabla_{x,y} I'_{i-1}|) \quad (1)$$

식 (1)에서 α 는 초기 비용 값을 획득할 때 사용되는 SAD항과 기울기항의 가중치를 나타내며, I 와 I' 은 각각 좌영상과 우영상을 의미한다. 또한 SAD와 함께 영상의 기울기 정보를 2번째 항에 추가함으로써 영상의 객체가 갖는 기울기 정보를 변위 추정 과정에 사용하였다.

2.2 평활화 필터링을 이용한 경계영역 추출

기존에 제안된 평활화 필터링 방법들은 필터링을 수행하기 위해 높은 정확도를 갖는 참조 영상을 필요로 했으며, 양방향 필터 또는 가이드 필터링의 경우 사용자가 지정해준 매개변수의 값에 따라 필터링된 결과가 변하기 때문에 변수에 의존적인 문제가 발생했다.

이러한 문제를 해결하기 위해 변수에 독립적이면서 양방향 필터의 기본적인 구조를 따르는 평활화 필터를 제안하였다. 우선, 입력 영상에 존재하는 잡음을 제거하기 위해 가우시안 필터링을 적용하여 미세한 잡음 영역을 제거한다. 하지만 가우시안 필터링을 적용할 경우 객체의 경계영역과 같은 중요한 정보들도 평활화가 되기 때문에 정확한 경계영역을 추출 할 수 없게 된다. 미세한 잡음 영역을 제거하고 객체의 경계영역과 같은 중요한 영역을 복원하기 위해 식 (2)와 같은 양방향 필터 함수를 가우시안 필터 결과 영상에 적용한다. 식 (2)를 적용할 경우 그림 1의 결과와 같이 가우시안 필터링이 적용된 large scale 영역은 p와 q의 값의 차이가 많이 나고, small scale의 경우 p와 q의 값의 차이가 매우 작기 때문에 식 (2)의 2번째 항의 영향력이 줄어들어

첫 번째 항만 남게 되어 가우시안 필터링과 동일할 결과를 갖게 된다.

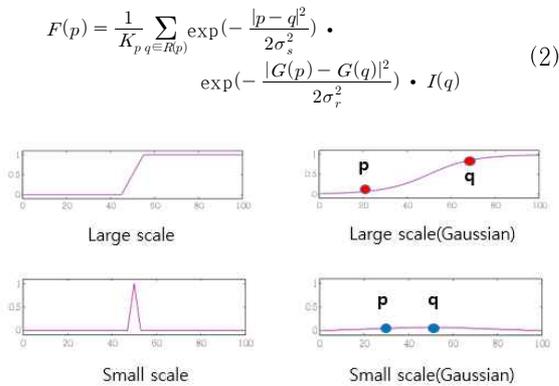


그림 1. Scale에 따른 가우시안 필터 결과(1D signal)

가우시안과 양방향 필터를 적용영상은 객체 내부의 영역은 평활화 되어 있기 때문에 텍스처 정보는 원본 입력 영상에 비해 그림 2의 왼쪽 열과 같이 평활화 되어있는 상태이다. 이 결과를 기반으로 Canny 경계 검출 방법을 이용하여 객체의 경계 영역을 추출 할 경우 그림 2의 오른쪽 열과 같은 결과를 얻게 된다.



그림 2. Scale에 따른 가우시안 필터 결과(1D signal)

원본 영상을 이용하여 추출한 경계 영역과 달리 평활화 영상을 사용하여 추출한 결과에서는 객체 내부의 텍스처 영향이 많이 줄어들어 정확한 경계 정보만 추출된 것을 확인 할 수 있다. 추출된 경계 영역에 대해서만 식 (3)과 같이 다른 가중치 값을 할당하여 가이드 필터링 기반 비용 값 합산을 수행함으로써 최종적인 변위 값을 추정할 수 있다. 본 논문에서는 추출 된 경계영역에 해당하는 화소의 변위 값 추정을 위한 비용 합산 수행 시 α 값을 0.7로 설정하였다.

$$C_{Agg} = \sum_{i=1}^{disp} \alpha \cdot G(I, C_{vol(i)_{Ede}}) + (1-\alpha)G(I, C_{vol(i)}) \quad (3)$$

3. 실험 결과 및 분석

제안한 방법의 성능을 증명하기 위해 Middlebury에서 제공하는 Tsukuba, Venus, Teddy 그리고 Cones 테스트 영상을 사용하였다. 제안한 방법을 통해 획득한 변위 결과는 그림 3에 나타나 있다. 실험 결과는 [4]의 결과와 함께 비교하였으며, 결과로부터 제안한 방법의 변위

지도의 정확도가 높은 것을 확인할 수 있다. 이를 표 1을 통해 수치적으로 확인할 수 있다.

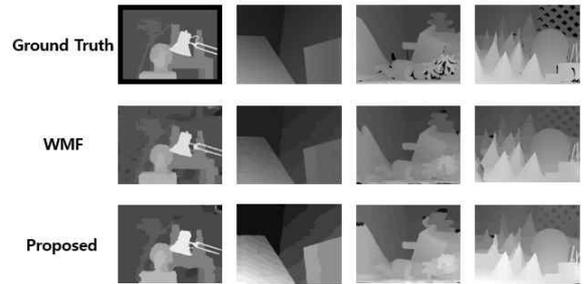


그림 3. 변위 추정 결과 및 비교

표1. BPR 결과 비교

실험 영상	BPR(%)			
	WMF		Proposed	
	All	disc.	All	disc.
Tsukuba	8.49	9.13	5.31	6.10
Venus	5.22	6.11	3.28	4.39
Teddy	13.55	14.02	10.19	12.21
Cones	15.83	16.91	13.47	14.77

4. 결론

본 논문은 가이드 필터링을 이용하여 비용 값 합산을 하는 과정에서 경계영역의 정보를 보존하기 위해 평활화 필터 기반 변위 추정 방법을 제안하였다. 가우시안 필터와 양방향 필터를 사용함으로써 객체 내부의 작은 잡음 영역들을 제거함과 동시에 객체의 경계 영역 정보는 보존 할 수 있게 된다. 평활화된 영상을 통해 경계 검출을 수행한 결과를 사용하여 적응적 가중치를 사용하여 가이드 필터링을 수행한다. 실험 결과 기존의 필터를 이용한 변위 추정 방법보다 개선된 결과를 얻게됨을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 민·군기술협력사업(Civil-Military Technology Cooperation Program)으로부터 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

- [1] P. Perona and J. Malik, "Scale-space and edge detection anisotropic diffusion," IEEE PAMI, vol. 12 no. 7, pp. 629-639, 1990.
- [2] C. Tomasi and T. Manduchi, "Bilateral filtering for gray and color image, IEEE ICCV, pp.839-846, 1998.
- [3] K. He, J. sun, and X. Tang, "Guided image filtering, ECCV, pp.1-14, 2010.
- [4] Z. Ma, K. He, Y. Wei, J. Sun, and E. Wu, "Constant time weighted median filtering for stereo matching and beyond, IEEE ICCV, 2013.