

로봇에 적용하기 위한 빠른 스테레오 매칭¹⁾

*문진석, 강행봉

가톨릭대학교 컴퓨터공학과

e-mail : mice9@catholic.ac.kr, hbkang@catholic.ac.kr

Fast Stereo Matching for Mobile Robot

*Jin-Suk Moon, Hang-Bong Kang

Department of Computer Science Engineering

The Catholic University of Korea

Abstract

스테레오 매칭(Stereo Matching) 기법에 대한 전역적인 방법과 지역적인 방법에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 최근의 적응적 영역 가중치 방법(Adaptive Support-Weight)은 매우 뛰어난 결과에 비해 많은 계산 시간이 필요하다. 따라서 로봇 시스템에서 스테레오 매칭을 이용하기에는 부적합하다. 본 논문에서는 분리 가능한 Bilateral 필터를 이용하여 빠른 스테레오 매칭 기법을 제안한다

I. 서론

스테레오 매칭(Stereo Matching)을 위해 Markov Random Fields (MRF) 모델과 다양한 최적화 알고리즘을 사용하는 전역적(global) 방법과 지역적 윈도우를 이용하는 지역적(local) 방법에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히 지역적 방법의 성능은 종류에 상관없이 매칭 비용 또는 유사성을 계산하는 방법에 따라 좌우된다. 일반적으로 기존의 지역적 방법은 매칭 비용 계산을 위하여 픽셀 밝기 값에 대한 유사도

(pixel dissimilarity) 방법을 사용하고 있으나 최근 들어 적응적 영역 가중치 (Adaptive Support-Weight)를 이용한 방법[1]이 활발히 연구되고 있다. 이는 기존의 적응적 윈도우 방법과는 달리, 영역(support 또는 window) 내의 중심 픽셀과 이웃 픽셀들 간의 컬러의 차이와 기하학적 차이를 이용한 가우시안 가중치를 사용함으로써 보다 좋은 결과를 얻을 수 있다. 그러나 이 방법은 좋은 결과에 비해서 많은 시간이 걸리거나 많은 메모리를 필요로 한다. 따라서 무인 자동차, 로봇에서 실시간 스테레오 매칭이 불가능하다.

본 논문에서는 최근 그래픽스 분야에서 사용하는 분리 가능한(separable) Bilateral 필터[4]를 적용하여 빠른 스테레오 매칭 기법을 제안한다.

II. 본론

스테레오 매칭에서의 매칭 비용은 일반적으로 두 픽셀 간의 밝기 값 차이로 계산한다. 대부분의 스테레오 알고리즘은 Pixel Dissimilarity 방법[2]을 사용한다. 하지만 매칭 비용의 신뢰성은 결과에 많은 영향을 미친다. 최근 들어, 인간의 형태학적 그룹화(Gestalt Grouping)을 기반으로 하는 적응적 영역 가중치 방법 [1]를 이용한 스테레오 매칭 기법이 제안되었다

Yoon[1]은 보다 신뢰성 있는 매칭 비용을 얻기 위하여 적응적 영역 가중치 방법을 제안하였다. 적응적 영역 가중치 방법은 이미지의 컬러의 차이와 기하학적 차이를 가중치로 줌으로써, 기존의 방법보다 견고한

1) 본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원(ADD-07-06-01) 및 문화관광부 및 한국 문화콘텐츠진흥원의 지역문화산업연구센터 (CRC) 지원사업으로 수행되었음.

결과를 보여주고 있다. 이는 각각의 픽셀을 중심으로 하는 영역(support)을 형성하여, 영역(support) 내의 이웃 픽셀에 대한 컬러의 차이와 기하학적 차이를 고려하는 방법이다.

하지만 이러한 가중치를 사용하는 방법은 시간과 메모리에 대한 문제가 있다. 즉 각각의 픽셀에 대한 이웃 픽셀과의 관계를 많은 수의 가중치로 나타내기 때문에 많은 메모리가 필요하다. 또는 적은 메모리를 사용하기 위해서는 많은 계산 시간이 소요된다. 따라서 무인 차량 및 로봇 환경에서 스테레오 매칭을 실시간으로 사용하기에는 무리가 있다.

기존의 적응적 영역 가중치 방법 기반의 스테레오 매칭 기법[1]에서의 매칭 비용 계산은 Bilateral 필터 [3]와 동일한 원리이다. 최근 Bilateral 필터의 경우 계산 시간을 줄이기 위하여 분리 가능한 Bilateral 필터 [4]가 제안되었다. 따라서 이를 기존의 적응적 영역 가중치 방법에 적용할 수 있다.

분리 가능한 Bilateral 필터를 이용한 빠른 스테레오 매칭 기법에서 영역 가중치 계산은 1차원의 영역 윈도우를 이용하여 x방향(수평방향)과 y방향(수직 방향)에 대하여 각각 계산한다. 즉 2차원의 영역 윈도우를 사용하는 대신 1차원의 영역 윈도우를 사용하여 참조 영상(reference image)와 대상 영상(target image)에 대하여 각각 가중치를 계산한다. 매칭 비용 계산은 먼저 x방향 가중치에 대하여 매칭 비용을 계산한 후, 가중치에 대하여 y방향 매칭 비용을 계산한다. 이 두 매칭 비용의 합을 최종 매칭 비용으로 사용한다. 매칭 비용 계산이 끝나면, 모든 픽셀에 대하여 간단히 승자독식(Winner-Takes-All, WTA) 방법을 이용하여 변이 값을 구한다.

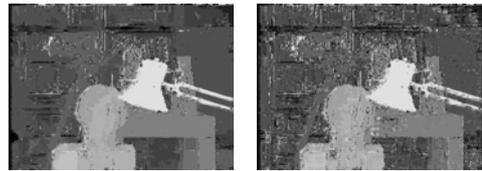
III. 실험 결과

본 실험을 구현한 환경은 Intel Dual Core 6320(1.86GHz), RAM 2GB PC에서 수행되었으며, 모든 실험에서의 파라미터는 Yoon[1]의 방법과 동일하게 사용하였고, 변이 값의 범위는 15를 사용하였다.

[표 1]은 Tsukuba 이미지에 대한 기존의 영역 가중치 방법과 제안한 방법에 대한 수행 시간을 나타내고 있다. 제안한 방법은 가중치 계산 시간, 매칭 비용, 총 계산 시간의 경우 기존의 방법에 비하여 매우 빠른 시간을 보여주고 있다. [그림 1]은 기존의 영역 가중치 방법과 제안한 방법에 대한 변이 지도를 보여주고 있다. 이는 기존의 영역 가중치 기반의 방법에 매우 근사적인 결과를 얻고 있음을 알 수 있다.

표 1. 35×35 영역 윈도우에 대한 수행 시간 비교

알고리즘	가중치 계산 시간 (초)	매칭비용 계산시간(초)	총 계산 시간(초)
기존 방법[1]	87.8	132.3	220.2
제안한 방법	4.2	7.1	11.3



(a) 기존의 방법 (b) 제안한 방법

그림 1. 35×35 영역 윈도우에 대한 변이 지도 비교

IV. 결론

무인 차량 및 이동 로봇에서 실시간 스테레오 매칭을 위해서는 빠르면서도 강건한 기법이 필요하다. 본 논문에서는 최근의 분리 가능한(separable) Bilateral 필터를 이용하여 빠른 스테레오 매칭 기법을 제안하였다. 이는 기존의 적응적 영역 가중치를 이용한 스테레오 매칭 기법에 비하여 매우 빠른 계산 시간을 보여주면서도 근사적인 결과를 보여주고 있다. 하지만 제안한 방법은 실시간 스테레오 매칭을 위해서는 아직 부족하다. 따라서 추후 연구에서는 최종 매칭 비용 계산 방법을 보다 다양한 형태를 사용하고, Bilateral 필터에 대한 다른 근사적인 방법을 적용하여 제안한 알고리즘을 보완하고자 한다.

참고문헌

[1] Kuk-Jin Yoon, In So Kweon, "Adaptive Support-Weight Approach for Correspondence Search", IEEE Trans. PAMI 28(4):650~656, 2006
 [2] Birchfield, C. Tomasi, "A pixel dissimilarity measure that is insensitive to image sampling", IEEE Trans. PAMI 20(4) : 401~406, 1998
 [3] C. Tomasi and R. Manduchi, "Bilateral filtering for gray and color images," ICCV, 839-846, 1998.
 [4] Tuan Q. Pham and Lucas J. van Vliet. Separable bilateral filtering for fast video preprocessing. IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2005.