실시간 스테레오 동영상 처리를 위한 빠른 디스패리티 추정

안재균, 김창수
고려대학교 전자전기공학과
e-mail : *demian@korea.ac.kr, changsukim@korea.ac.kr*

Fast disparity estimation for real-time stereo video systems

Jae-Kyun Ahn, Chang-Su Kim
School of electrical Engineering
Korea University

Abstract

In stereo vision applications, disparity estimation is often performed to corresponding pixels. Using window-based correlations is a fast and standard approach to the disparity estimation. In this paper, we analyse the behaviour of the correlation-based disparity estimation and improve its performance by combining it with a segmentation scheme. Simulation results demonstrate that the proposed algorithm provides faithful disparity maps.

I. 서론

일치점 정합(correspondence matching)을 통하여 디스패리티 벡터들을 구하는 것은 스테레오 영상처리에서 꼭 필요한 과정이다. 디스패리티 추정에 대한 다양한 알고리즘들이 제안되었지만 복잡한 계산량 때문에 스테레오 비디오를 실시간으로 처리할 수 있는 알고리즘은 드물다. 본 논문에서는 윈도우 상관관계(window-based correlation) 방법을 이용하여 빠른 처리 속도와 높은 정확도를 갖는 디스패리티 추정 알고리즘을 제안한다. 각 화소값의 디스패리티 벡터를 신뢰성 있게 추정하기 위해서 윈도우를 설정하고 다른 시점의 윈도우와의 화소값 차이의 합을 상관관계 값으로 정의한다. 디스패리티 벡터는 최소의 상관관계 값을 제공하는 윈도우의 상대 좌표값이 된다. 하지만 윈도우 상관관계 방법으로 일치점을 찾는 경우 노이즈 발생이 불가피하다. 이를 억제하기 위해서 인접한 화소값들이 유사한 디스패리티 벡터를 갖게 하는 제한조건을 세그멘테이션 과정을 통해 도입하며, 이에 기반을 두어 필터를 구성한다. 컴퓨터 모의실험을 통하여 제안하는 알고리즘이 스테레오 동영상으로부터 디스패리티 정보를 효과적으로 추출할 수 있음을 확인한다.

II. 본론

스테레오 영상의 왼쪽 프레임과 오른쪽 프레임의 일치점 정합을 위해 다양한 알고리즘이 제시되었지만, 실시간 스테레오 동영상 시스템에 적합한 방법은 SAD(sum of absolute difference)을 이용한 윈도우 상관관계가 대표적이다. 이는 다른 윈도우 상관관계 방법에 비해 속도가 빠름에도 불구하고, 화질이 상대적으로 우수하기 때문이다.

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITA-2006-C1090-0603-0017)

스테레오 카메라를 통해 입력된 영상은 수직방향에 대해 일치하므로, 수평 방향으로의 검색을 통해 매칭 포인트를 찾는다. 여기서 윈도우의 크기는 디스패리티의 정확성과 노이즈에 대한 강인도와 관련이 있다. 각 화소에 대한 윈도우 크기가 작으면 작을수록 객체의 경계가 정확하지만 윈도우가 너무 작으면, smoothness 제한 조건이 약해지므로 노이즈에 의해 심각한 열화가 발생한다. 윈도우 크기를 작게 하여 경계를 명확하게 표현할 경우에는, smoothness 제한을 가할 수 있는 필터를 사용하여 노이즈를 제거하는 것이 필요하다. 노이즈를 제거하는 필터에 대한 필요조건은 다음과 같다.

- 노이즈를 제거하여 smoothness 제한을 만족할 것
- 객체의 경계를 선명하게 할 것

위 두 가지 조건을 만족하기 위해 세그멘테이션 방법을 이용한 필터를 설계했다. 각 픽셀의 색차 비율과 흑백 세기를 이용하여 세그멘트들을 구분한다. 그리고 분리된 각 객체에 대하여 할당된 디스패리티 개수를 샌다. 객체에서 개수가 가장 많은 디스패리티를 그 객체의 전체 디스패리티로 할당한다. 이 방법을 통해 최초 SAD를 통해 구한 디스패리티 맵을 필터링하면, 노이즈가 제거될 뿐만 아니라 객체 구분으로 인해 객체의 경계가 선명해지는 장점이 있다.

Ⅲ. 구현

제안한 알고리즘은 모두 SAD를 바탕으로 한 윈도우 상관관계 방법으로 구현되었다. 그림 1은 제안한 알고리즘으로 구현한 쓰쿠바 영상의 디스패리티 맵이다. 노이즈를 제거하기 위한 필터에 객체 구분을 이용하여 객체의 경계가 선명한 것을 확인할 수 있다.

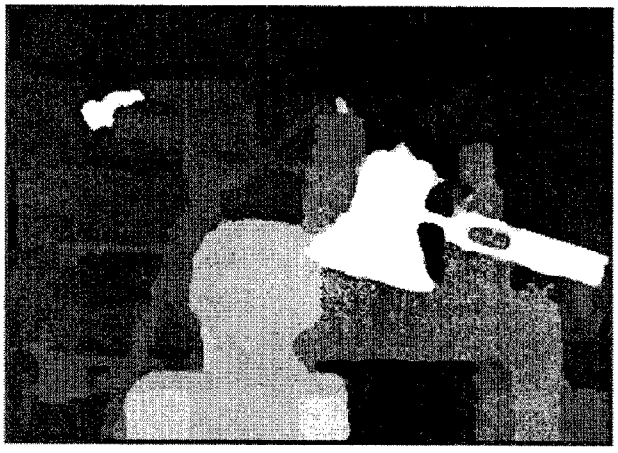

그림 1. 구현한 결과 영상

제안한 방법은 화질을 유지하면서 속도를 향상시키기 위해 계층 구조(hierarchical structure)를 이용하였다. 계층 구조는 최초 입력된 영상을 다운 샘플링 하여, 디스패리티를 추정하고, 추정한 정보를 바탕으로 업 샘플링한 영상에 대한 최소 디스패리티를 할당하는 방법이다. 이 구조를 사용할 경우 각 화소별 디스패리티 추정의 횟수를 현저하게 줄일 수 있다.

알고리즘	처리속도(s)	fps
제안한 알고리즘	**0.2**	5
Graph cuts[2]	14	0.07
Dynamic programming	1.5	0.66
Markov random field[3]	5	0.2

표 1. 알고리즘에 따른 처리 속도

표 1은 제안하는 알고리즘에 처리 속도를 기존의 알고리듬과 비교한다. 표에서 확인할 수 있듯이 제안한 알고리즘의 처리 속도는 다른 알고리즘에 비해 월등히 빠르다는 것을 알 수 있다.

Ⅳ. 결론 및 향후 연구 방향

스테레오 동영상을 실시간으로 처리해야하는 시스템에서는 속도와 추정된 디스패리티의 충실도가 적적히 조절되어야 한다. 본 논문에서는 실시간 스테레오 동영상처리에 적합한 빠른 처리 속도와 높은 정확도를 갖는 알고리즘을 제안하였다. 속도를 향상하기 위해 계층 구조를 사용하였고, 노이즈를 제거하기 위해 세그멘테이션에 기반을 둔 필터를 사용하여 정확도를 높였다. 제안한 방법들을 응용분야에 따라 개별적으로 또는 조합하여 사용할 수도 있다. 활용 대상에 따라서 화질과 속도의 우선순위를 적절하게 선택할 수 있다.

참고문헌

[1] D. Scharstein and R. Szeliski. A Taxonomy and Evaluation of Dense Two-Frame Stereo Correspondence Algorithms, IJCV, 2002

[2] V. Kolmogorov and R. Zabih. Computing visual correspondence with occlusions using graph cuts. ICCV 2001

[3] Y. Boykov, and O. Veksler and Markov Random Fields with Efficient Approximations. CVPR, 1998.