

# 가정용 로봇 응용 시스템을 위한 스테레오 영상 개선과 객체분할

\*이병무, 한동일  
세종대학교 컴퓨터 공학과  
e-mail : bmclass81@sju.ac.kr, dilhan@sejong.ac.kr

## Improvement of Stereo Depth Image and Object Segmentation for Household Robot Applications

\*Byoungmoo Lee, Dongil Han  
Department of Computer Engineering  
Sejong University

### Abstract

Obtained disparity map from the stereo camera by using the several stereo matching algorithms carries lots of noise because of various causes. In our approach, mode filtering and noise elimination technique using the histogram and projection-based region merging methods are adopted for improving the quality of disparity map and image segmentation. The proposed algorithms are implemented in VHDL and the real-time experimentation shows the accurately divided objects.

### I. 서론

대부분의 산업 로봇들이 고속으로 간단한 반복 업무를 이행하는 공장 자동화를 위해 이용된 것에 반하여 가정용 로봇들은 가정용 로봇청소기가 하는 것처럼 실내에서 움직이는 동안에 사람과 같은 다양한 인터페이스를 필요로 한다. 특히 로봇의 이동 경로와 충돌 회피는 로봇의 주위 환경의 3차원적 정보를 필요로 한다. 이런 것들은 일반적이면서 거대한 양의 3D 정보를 제공하는 스테레오 비전 카메라를 사용하여 얻을 수 있다. 하지만 3D 이미지 정보를 얻기 위해서 스테레오 비전 카메라를 사용 시 현존하는 microprocessor에서 실시간으로 해결하기 위해서는 이러한 계산의 결과가

너무나 크다. 그래서 영상 비율에서 거리 정보를 찾는 여러 가지 스테레오 알고리즘들이 개발되고 있다. 하지만 대부분의 스테레오 알고리즘들[1]~[4]은 경계부분의 밝기 변화가 거의 없을 경우 경계를 탐색하지 못해서 깊이 불연속선을 정확히 찾지 못하는 문제가 발생하거나 복잡한 폐색영역과 급격한 기울기를 가진 물체 또는 texture가 없는 물체들을 구별하기 어려운 문제 등을 해결하지 못하고 있다. 본 논문에서는 다른 많은 스테레오 매칭 알고리즘으로 생성된 변이지도를 이용하여 변이지도를 개선하고 이를 객체 분할을 하여 물체에 대한 보다 정확한 정보를 얻기 위한 알고리즘을 제안한다.

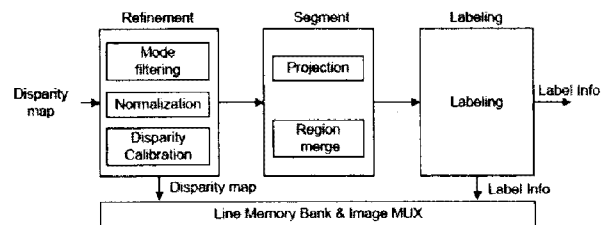


그림 1. 전체 흐름도

### II. 변이 영상 개선 및 영역 분할

#### 2.1 Refinement

본 단계에서는 가정용 로봇 시스템에 맞게 실내에서 얻어진 영상에 trellis-based parallel stereo matching 알고리즘[6]을 적용한 disparity map을 입력으로 받아 mode filtering, normalization, 그리고 histogram을 이

용한 잡음 제거(disparity calibration) 알고리즘을 순차적으로 적용하여 개선된 disparity map을 얻을 수 있다. 이러한 과정은 disparity map의 개선뿐만 아니라 객체 분할 과정에서 보다 정확하게 객체 분할을 할 수 있도록 하는 중요한 과정이다.

### 2.2 Segmentation

잡음이 제거된 변이 맵으로부터 객체를 분할하는 것은 어디까지가 같은 물체이고 어디까지가 다른 물체인지를 구별하여 분할해야 한다. 예를 들어 비스듬히 기울어진 물체의 경우 같은 물체임에도 불구하고 깊이 정보가 다양하게 존재하며, 반대로 다른 물체임에도 놓여진 위치가 비슷할 경우 유사한 밝기정보와 위치정보를 갖게 되므로 객체 분할이 어렵다.

그래서 본 논문의 segmentation 단계에서는 변이 맵의 모든 변이 단계에 대해 projection을 수행하고 그것으로부터 영역정보를 획득하는 projection 단계, 이후 projection 레벨에서의 영역정보와 밝기 정보를 이용하여 병합하는 region merge 단계를 거쳐 보다 정확하게 객체를 분할하고 각각의 분할된 객체에 대해 정확한 정보를 얻을 수 있었다.

### III. 실험 결과

본 논문에서 제안한 알고리즘은 C 시뮬레이션을 통해 타당성을 확인하고, 실시간 검증을 위해 VHDL을 이용하여 구현하였으며 그림 2에서와 같은 통합 시스템을 통하여 검증하였다.

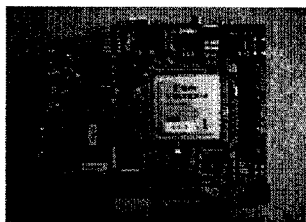
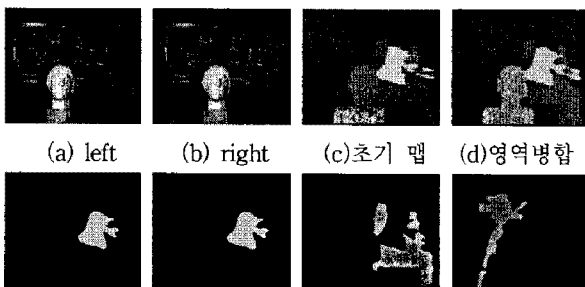


그림 2. 개발된 스테레오 매칭 통합 시스템

그림 3은 VHDL 시뮬레이션을 통해 얻어진 실험 결과이며 그림 4는 통합 시스템을 통한 실내 환경내의 실험 결과를 보여주고 있다.



(e) 레이블링 결과(왼쪽에서부터 가까운 물체)

그림 3. tsukuba 변이지도에 대한 후처리 결과



(a) Left (b) Right (c)Stereo (d) Labeling

그림 4. 스테레오 매칭 통합 시스템 결과

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

가정용 로봇 응용 시스템에서 효율적이며 정확한 물체 인식 및 장애물 회피 등을 위해서는 정확한 스테레오 매칭 결과가 필요하며 이를 위해 스테레오 매칭 알고리즘과 더불어 post processing의 사용은 불가피하다. 남아있는 잡음을 제거하고 정확한 객체 분할을 수행하기 위해서는 post processing과 같은 역할을 하는 모듈의 필요성을 검증하였다. 본 논문에서는 스테레오 매칭(trellis-based parallel stereo matching) 결과에 대해 적절한 post processing을 적용함으로써 스테레오 영상 개선과 함께 객체 분할의 용이성을 검증하였다.

### V. 감사의 글

이 연구는 ETRI에 의해서 지원 되었습니다.하드웨어 검증 틀은 IC Design Education Center에서 지원 되었습니다.

### 참고문헌

- [1] Dongil Han, and Dae-Hwan Hwang, "A Novel Stereo Matching Method for Wide Disparity Range Detection", LNCS 3656 (Image Analysis and Recognition) pp. 643-650, Sep.-Oct., 2005
- [2] Jung-Gu Kim, Hong Jeong;"Parallel relaxation algorithm for disparity computation" IEEE Electronics Letters Volume 33, Issue 16, 31 July 1997 Page(s):1367 - 1368
- [3] Birchfield S. Tomasi C. "Depth discontinuities by pixel-to-pixel stereo" Computer Vision, 1998. Sixth International Conference on 4-7, pp.1073-1080, Jan. 1998
- [4] Scharstein D. Szeliski R, "High-accuracy stereo depth maps using structured light" Computer Vision and Pattern Recognition, 2003. Proceedings. 2003 IEEE Computer Society Conference on vol. 1, 18-20 June 2003 pp.195-202 vol.1, Digital Object Identifier 10.1109/CVPR.2003.1211354
- [5] Yuns Oh, Hong Jeong. "Trellis-based Parallel Stereo Matching" Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2000. ICASSP '00. Proceedings. 2000 IEEE International Conference on vol. 6, pp.2143-2146, June 2000