

# Line Disparity Map을 활용한 스테레오 현미경 측정 시스템 개발

## Development of Stereo Microscope Measurement System through the Line Disparity Map

박 찬, 정지성, 권기철, 김남, 한재종\*, 임명숙\*,  
장래현\*, 류관희  
충북대학교, 한국인터넷소프트웨어\*

Chan Park, Ji-Seong Jeong, Ki-Chul Kwon,  
Nam Kim, Jae-Jong Han\*, Myoung-Sook Im\*,  
Rae-Hyun Jang\*, Kwan-Hee Yoo.  
Chungbuk National Univ., Korea Internet Software\*.

### 요약

Line Disparity Map[1]은 스테레오 영역기반 정합방법에서 블록단위의 영역이 아닌 라인의 기울기를 바탕으로 비교하기 때문에 실시간 스테레오 정합이 가능하다. 따라서 본 논문은 이러한 Line Disparity Map 알고리즘을 사용하여 단순히 관찰로만 사용되어 지는 입체현미경에 스테레오 비전을 기반으로 하는 3D 형상계측 시스템을 개발하여 사람이 손으로 측정하기 힘든 미세의 오브젝트를 측정하는 시스템을 개발하고자 한다.

## I. 서론

최근 들어 입체영상 기술은 의료영역의 내시경 기술이나 복강경 수술, 산업현장에서 사람이 직접 작업할 수 없는 위험한 환경에서 로봇을 활용한 작업을 하는데 있어 기존의 단일 영상보다 원근감 등을 느낄 수 있는 실제 작업 환경을 제공하고 있다.

이러한 입체영상 기술을 현미경에 적용한 것이 입체현미경이다. 입체현미경은 사람 눈으로 직접 볼 수 없는 마이크로 단위의 사물을 입체로 확인 할 수 있기 때문에 바이오 메디컬 분야나 IT 분야의 반도체 등의 연구에 사용되어지고 있다.

본 연구는 단순히 관찰로만 사용되어 지는 입체현미경에 스테레오 비전을 기반으로 하는 3D 형상계측 시스템을 개발하여 사람이 손으로 측정하기 힘든 미세의 오브젝트를 측정하는 시스템을 개발하고, 실시간으로 정확한 오브젝트 생성을 위한 Disparity Map을 얻기 위하여 Line Disparity Map 알고리즘을 사용한다.

고가의 입체현미경의 경우 두 개의 이미지 센서의 광학 특성이 같고 측정 위치가 오차 없이 제작되어 진다. 하지만 일반적인 보급형의 입체현미경의 경우 아무리 정확하게 하드웨어를 제작한다고 해도 두 개의 이미지 센서의 위치 및 이미지 센서 자체의 광학특성이 조금씩 다르기 때문에 이를 보정 할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 입체현미경의 하드웨어 특성을 소프트웨어적으로 보정하고 정확도와 속도를 높이기 위한 시스템을 목적으로 한다.

## II. 본론

### 1. 관련 연구

정확한 3D 형상 정보를 획득하기 위한 시스템은 크게

3D 레이저 스캐너, TOF(time-to-flight)등과 같이 능동소자를 사용한 시스템과 스테레오 비전과 같은 수동소자를 사용한 시스템으로 나누어진다. 능동소자를 사용한 센서 시스템은 측정하려는 오브젝트에 직접 빛 또는 초음파 등의 반사되는 형상을 인식하는 구조이며, 측정결과와의 정확도가 높으나 센서 자체의 가격이 고가이며 능동 발산에 따른 대상의 제약 및 측정거리의 한계가 있다. 반면 수동소자 기반의 센서시스템은 스테레오 비전과 같이 이미지 센서를 사용하여 대상으로부터 얻은 시각정보를 바탕으로 스테레오 정합 알고리즘을 활용하여 측정하려는 오브젝트의 3D 형상을 얻게 되며, 능동센서에 비해 정확도는 떨어지나 비용이 저렴하고 적용대상, 거리 등의 제약이 상대적으로 자유로운 장점이 있다.

### 2. 제안하는 입체 현미경 측정 시스템

본 연구에 사용되어지는 입체현미경은 수동소자 기반의 센서 시스템으로서 스테레오 비전을 기반으로 하는 3D 형상계측 시스템이다[2]. 스테레오 비전을 기반으로 하는 3D 형상계측 시스템은 두 개의 이미지 센서를 사용하여 측정하려는 오브젝트의 동일 지점에 대해 두 개의 이미지 센서의 이미지 플랜에 맞힌 화소간의 Disparity를 계산하고, 두 개의 이미지 센서의 떨어진 거리와, 이미지 센서내의 렌즈와 이미지 플랜간의 focal length등을 계산하여 측정하려는 오브젝트와 이미지센서 간의 실제 거리를 구할 수 있게 된다. 즉 2차원 영상인 오브젝트의 x, y 좌표 이외에 z 좌표를 알게 됨으로써 오브젝트를 측정할 수 있게 된다.

입체 현미경의 경우 두 개의 이미지 센서의 거리와 렌즈의 focal length 가 고정되어 있기 때문에 정확한 오브젝트의 z 좌표를 구하기 위해서는 동일 지점에 대해 두 개의 이미지 플랜에 맞힌 화소간의 Disparity가 얼마나 정확하냐에 따라 측정의 품질이 달라진다. 또한 입체

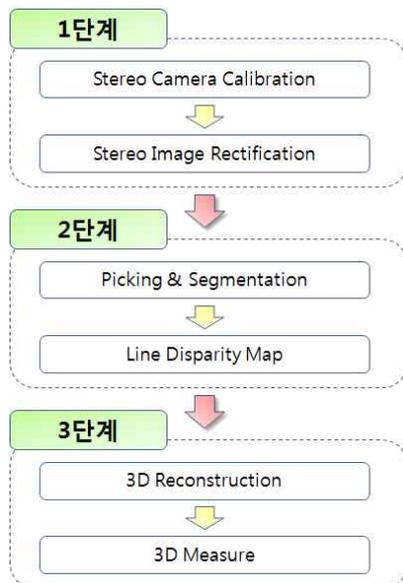
현미경은 일반 스테레오 카메라와 다르게 고정된 측정환경을 제공하고, 미세한 오브젝트를 측정하기 위한 초점 조정 및 배율에 따른 오브젝트의 크기가 달라지는 특성이 있기 때문에 보편적인 Disparity 공식을 사용하기엔 무리가 있다.

고가의 입체현미경의 경우 두 개의 이미지 센서의 광학 특성이 같고 측정 위치가 오차 없이 제작되어 진다. 하지만 일반적인 보급형의 입체현미경의 경우 아무리 정확하게 하드웨어를 제작한다고 해도 두 개의 이미지 센서의 위치 및 이미지 센서 자체의 광학특성이 조금씩 다르기 때문에 이를 보정할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 입체현미경의 하드웨어 특성을 소프트웨어적으로 보정하고 정확도와 속도를 높이기 위한 Line Disparity Map 알고리즘을 사용한다.

### 3. 연구방법 및 시스템 구현

본 연구를 3단계로 구분한 이유는 입체현미경을 통하여 대상을 측정하기 위해서는 우선 입체현미경의 두 개의 카메라 렌즈를 Calibration 한 후에 측정하려는 대상의 원하는 부분을 Segmentation[3] 하고, 두 개의 렌즈를 통하여 얻어지는 영상에서 얼마나 정확한 깊이정보를 얻어 3D 모델로 생성하여 직접 측정하기 어려운 물체를 3D 가상공간에서 손쉽게 측정하기 위해서이다.



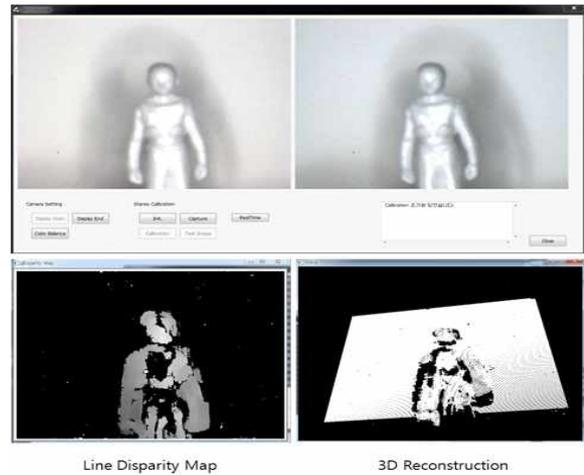
▶▶ 그림 1. 입체현미경 측정 시스템

이를 위하여 1단계로 입체 현미경의 Stereo Camera를 Calibration 한후 얻어지는 Stereo 영상을 Retification 한다. 2단계에서는 측정하려는 오브젝트를 선택 하여 선택된 오브젝트의 Disparity Map[4,5]을 생성하게 된다. 마지막 3단계에서는 3D Reconstruction 통하여 3D 모델을 통하여 간접적으로 오브젝트의 크기 및 부피 등 여러 가지 원하는 정보를 측정한다.

### III. 실험결과 및 향후 과제

본 연구의 S/W 개발환경은 Windows 7(32bit) OS, Geforce 9800GT Graphic Card, 4GB Memory이고, 개

발 언어는 Microsoft Visual Studio 2008 sp1, MFC, OpenCV 2.0, OpenGL이다.



▶▶ 그림 2. 입체현미경 측정 시스템 실험 결과

입체현미경 측정 시스템의 실험결과는 그림 2와 같다. 그림 2의 위의 그림은 좌우로 입력받은 영상이고, 아래 왼쪽 그림은 Line Disparity Map 알고리즘을 통하여 얻은 Disparity Map이며 오른쪽 아래 그림은 3D로 Reconstruction 한 결과이다. 3D Reconstruction 하는 속도는 약 15 프레임 이상 나온다.

현재 시스템은 실시간 속도를 보장하기 위하여 정확도에서 많이 떨어지고 있다. 향후 Line Disparity Map 생성을 GPGPU 기반의 병렬처리를 통하여 속도와 정확도를 높이는 연구가 남아 있다.

### ■ 감사의 글 ■

본 논문은 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업과 교육과학기술부 지역거점연구단육성사업/충북BIT 연구중심 대학육성사업단의 지원을 받아 수행된 연구결과임

### ■ 참고 문헌 ■

- [1] 박찬 등 “실시간 스테레오 정합을 위한 Line Disparity Map 알고리즘 연구”, 한국콘텐츠학회 춘계학술발표 제주도, 2011.
- [2] 배경렬, 권순, 이용환, 이종문, 문병인 “고밀도 3D 형상 계측 시스템에서의 고속 시차 추정을 위한 NCC 알고리즘 기반 하드웨어 구조”, J. of the Korean Sensors Society, Vol.19, No.2, 2010
- [3] André Stork, “An Algorithm for Fast 3D Picking and Snapping using a 3D Input Device and 3D Cursor”, Springer-Verlag London, UK, pp.113-127, 2000
- [4] 윤현주, 이상욱, “경계선 기반의 대화형 영상분할 시스템”, 컴퓨터그래픽스학회논문지, 8권, 2호, 2002년
- [5] Sun, C. “Multi-Resolution Rectangular Subregioning Stereo Matching Using Fast Correlation and Dynamic Programming Techniques”, Technical Report 98/246, CSIRO Mathematical and Information Sciences, Australia, 1998.