

원격 작업을 위한 작업 공간의 3차원 입체 영상 획득 시스템

System for Acquiring the 3D Stereophonic Image in the Tele-Operation

*박재한¹, #백문홍², 신용득², 양현대², 배지훈²

*J. H. Park¹, #M. H. Baeg(mhbaeg@kitech.re.kr)², Y. D. Shin², H. D. Yang², J. H. Baeg²

¹ 한국생산기술연구원, ² 한국생산기술연구원 로봇기술연구부

Key words : 3D stereophonic image, Tele-operation, ICP, Camera-laser calibration

1. 서론

사람의 접근이 불가능한 극한 환경이나 위험한 환경에서의 작업에서는 로봇이 사람을 대신할 수 있으며, 구조화 되지 않은 환경에서의 미세한 작업에는 사람의 개입이 필요하다. 따라서 원격작업자가 이해하기 쉬운 환경을 제공하는 것이 필요하다.

원격 작업을 위한 3차원 환경의 입체적 표현을 위하여 3차원 레이저 스캐너와 2대의 카메라를 사용한다. 그러나 레이저 스캐너의 수직 FOV는 한계를 가지고 있어 원격 작업자에게 제공할 수 있는 환경은 제한된다. 따라서 4개의 축으로 구성된 로봇 머리를 제작하였다. 3개의 축은 로봇의 머리를 움직여 원하는 위치에서 데이터를 얻기 위한 것이며, 나머지 1축은 2차원 레이저 스캐너를 회전하여 3차원 거리 데이터를 얻기 위한 것이다.

2.3차원 환경 센서

3차원 환경 센서는 하나의 레이저 스캐너와 2대의 카메라로 이루어진다. 하나의 2차원 레이저 스캐너에 모터를 장착하여 3차원 레이저 스캐너를 만들 수 있다. 3차원 스캐너로부터 획득한 3차원 거리 이미지는 색상 정보를 포함하지 않으며, 2차원 이미지는 환경에 대한 기하학적 정보가 없으므로 작업 공간에 대한 정확한 정보를 제공하는 데에 한계가 있다. 따라서 2가지 센서를 사용하여 작업환경의 입체적 색상 이미지를 구축하여,

원격 작업자에게 정확한 작업 환경을 제공할 수 있다. <그림 1> (a)는 3차원 레이저 스캐너를 이용하여 획득한 3D 거리 영상이며, (b)는 카메라 이미지로부터 3D 거리 영상의 각각의 정점에 해당하는 픽셀 좌표값을 읽어들이어서 색상을 입힌 영상이다.

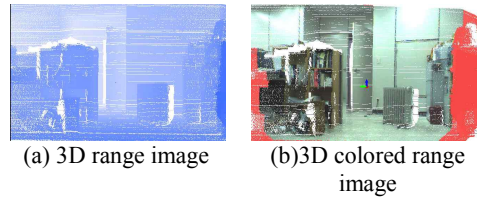
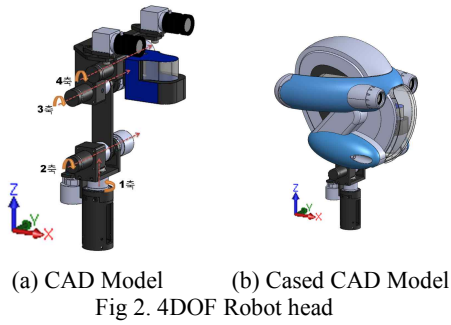


Fig 1. 3D Colored stereophonic image

3.3축 매니플레이터 설계

보통 3차원 데이터는 2차원 레이저 스캐너를 회전시켜 얻은 3차원 거리 데이터와 2개의 카메라로 얻은 색상 정보를 통합하여 만들어진다. 그렇기 때문에 3차원 데이터는 회전축의 회전범위에 따라 수직 FOV가 결정된다. 이와 같은 수직 FOV를 확장시키기 위해 3개의 회전축을 가지는 매니플레이터를 설계하였다. 주요 고려사항으로는 로봇의 머리로도 사용될 수 있게 사람의 머리와 같은 구조를 가지는 것이다. 따라서 1축은 yaw 회전을 통해 3D 환경센서를 좌우이동이 가능하도록 설계하고 2,3축은 pitch 회전을 통해 3D 환경센서를 상하로 움직일수 있게 설계되었다. 다음 <그림 2>는 3D CAD로 설계된 모델과 실제 제작된 매니플레이터이다.

또한 케이스를 장착한 3D CAD는 다음과 같다. <그림 2>(a)에서의 포지션이 초기 포지션이며, 이 때 매니플레이터의 가동범위는 <표 1>과 같다.



(a) CAD Model (b) Cased CAD Model
Fig 2. 4DOF Robot head

Table 1. Range of the angle of the 4 joint

Joint	Range of angle
1 Joint	$\pm 30[\text{deg}]$
2 Joint	$\pm 45[\text{deg}]$
3 Joint	$0 \sim +45[\text{deg}]$
4 Joint (For the 2D laser scanner)	$\pm 20[\text{deg}]$

4.3 3차원 입체 환경

설계된 3축 매니플레이터를 이용하여 작업 환경을 다각도로 스캔 할 수 있다. 이렇게 얻어진 3차원 데이터는 하나의 기준 좌표계로 표현 되어야 하며, ICP(Iterative closest point) [2]를 이용하여 정합과정을 거친다. 각각의 위치에서 2대의 카메라에서 얻어진 영상 이미지는 3차원 거리 이미지에 입혀져서 3차원 입체 색상 이미지를 얻게 된다

이미지의 정합 과정은 ICP[2]를 사용하며, 여러 장의 3D 거리 영상의 전체적인 정합 과정은 [3]에서 사용한 방법과 동일하게 수행한다.

3차원 거리 이미지에 색상 정보를 획득하기 위하여 2대의 카메라를 사용한다. 3차원 거리 이미지의 각 정점에 해당하는 색상 정보를 획득하기 위해서는 카메라 좌표계와 3차원 레이저 스캐너 좌표계 사이의 강제 변환 관계를 알아야 하며, 이것을 구하기 위하여 [4]를 사용한다.

이렇게 얻어진 3차원 입체 색상 이미지는 NVIDIA의 3D VISION과 120Hz 모니터를 이용하여 입체로 관찰이 가능해진다.

4. 결론

본 논문은 원격 작업자에게 작업 환경을 효과적으로 전달하기 위한 3차원 입체 색상 이미지를 획득하는 시스템에 관한 것이다. 작업 환경에서는 초기에 획득한 이미지에서 가려짐과 같은 현상에 의해 볼 수 없는 영역이 생기기 마련이며, 따라서 이것을 극복하기 위하여 3축 매니플레이터를 설계하였다.

참고문헌

1. 양현대, 신용득, 백승호, 박재한, 배지훈, 백문홍, "3D 환경 인식용 Active 3DOF 매니플레이터 개발", ICROS Annual Conference, 160-165, 2010.
2. P.Besl and N.Mckay, "A Method for Registration of 3D Shapes," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 14, No. 2, 239-256, 1992.
3. 신용득, 박재한, 박경욱, 백승호, 백문홍 "ICP 방법을 이용한 3D 거리 영상의 정합", Korea Automatic Control Conference, 177-181, 2009.
4. Jae-Han Park, Yong-Deuk Shin, Kyung-Wook Park, Seung-Ho Baeg, Moon-ong Baeg, "Extracting Extrinsic Parameters of a Laser Scanner and a Camera Using EM," International Conference on Control, Automation and Systems, 5269-5272, 2009