

레이저 거리 센서 기반 6-자유도 측정장비 정확성 개선 연구

A Study of Improving Accuracy of 6-DOF Motion Detection Using 1D Laser Sensors

*김영근¹, 김용훈¹, 정윤섭², 장인권², #김경수¹, 김수현¹

*Y.-K. Kim¹, Y.H. Kim¹, J. Y. Seob, #K.-S. Kim¹ (kyungsookim@kaist.ac.kr), S. H. Kim¹

¹ 한국과학기술원 기계공학과, ² 한국과학기술원 모바일하버 사업단

Key words : 1D Laser Sensor, Remote Sensing

1. 서론

해상에 정박중인 컨테이너선과 낮은 수심 항구를 연결하는 새로운 개념인 모바일하버에서는 컨테이너 상 하역을 정확하고 신속하게 하기 위하여 화물선이 도킹 하기 전 최대 30 미터에서 화물선의 상대적 위치를 실시간으로 파악해야 한다. 원거리에서도 높은 정확도와 해양 조건에서 높은 신뢰성을 가지는 센서들은 DGPS, 레이저 트랙커, 토탈 스테이션 등이 있다 [1-2]. 하지만, 이들 센서들은 매우 고가의 장비로써 산업에서 사용에는 큰 한계가 있다. 고가센서 장비 대신 모바일하버에서는 저가의 레이저 거리 센서들을 조합하여서 Three-beam Detector 센서를 개발하였다[2]. 이 센서는 30 미터에서 상대적인 6-자유도 운동을 높은 정확도로 측정을 할 수 있는 것이 실험적으로 검증이 되었다. 하지만 각도 측정 정확성은 1도 이상의 오차를 가지고 있다.

본 논문에서는 Three-beam Detector 설명과 센서 퓨전을 통한 측정 정확성 개선에 대한 방법을 제안한다.

2. Three-beam Detector 설명

Three-beam Detector 는 1-D 레이저 거리 센서들로 구성 되어 있으며, 레이저 브라켓의 2 축 회전이 가능하도록 설계 되어 있다. 레이저 센서들은 Fig.1 과 같이 삼각형 모형을 배치되어있고 모든 빔들이 서로 평행하도록 설치되었다. 레이저 빔들이 목표물 표면에 비추어지면, 비전 카메라에서 각 빔들의 좌표들을 측정하고, 레이저 설치

기하학적 정보들과 같이 계산되어서 상대적 6-자유도 모션을 측정할 수 있다.

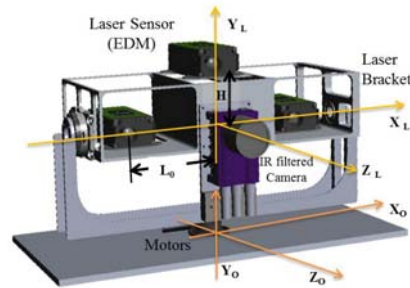


Fig. 1 Three Beam Detector [2].

3. 센서 측정 개선 시뮬레이션

Three-beam Detector 의 측정 성능은 레이저 센서 오차에 큰 영향을 받는다. 사용된 레이저 센서들의 측정 오차는 $\pm 3\text{mm}(1\sigma)$ 이다. 목표물을 x-축으로만 $\pm 100\text{mm}$ 사인파로 가진 하여 시뮬레이션으로 6-자유도를 구하였다. Fig. 2 와 같이 회전 측정 오차는 최대 1 도이다. 반면에 직선 운동 측정 오차는 최대 2.2mm 이하의 성능이 보인다.

측정 정확도를 개선하기 위해서 자이로 센서와 퓨전을 하였다. 시뮬레이션에서는 자이로 센서 오차를 $\pm 0.6\text{deg}(3\sigma)$ 로 설정하였다. Fig. 3. 과 같이 직선 운동 측정의 오차에는 큰 차이가 나타나지는 않지만, 최대 각도 측정

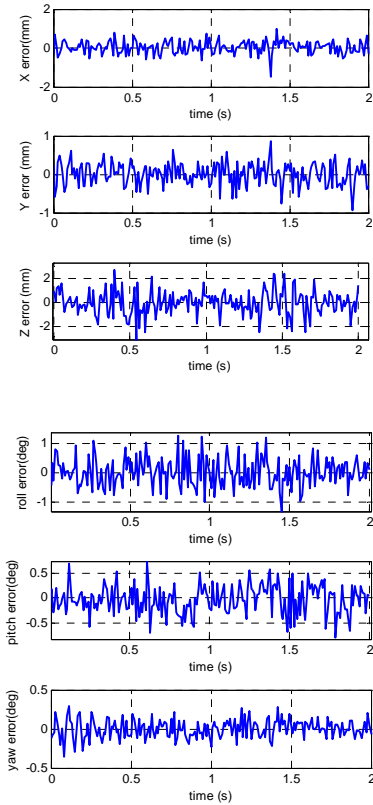


Fig. 2 Simulation of Three-beam detector 6-dof measurement errors.

오차는 0.5 도 이하로 개선이 되었고, 또한 pitch 각도 오차가 전체적으로 개선이 된 것을 알 수 있다.

측정 정확도를 개선하기 위해서 자이로 센서와 퓨전을 하였다. 시뮬레이션에서는 자이로 센서 오차를 $\pm 0.6\text{deg}$ (3σ)로 설정하였다. Fig. 3. 과 같이 최대 각도 측정 오차는 0.5 도 이하로 개선이 되었고, 또한 pitch 각도 오차가 전체적으로 개선이 된 것을 알 수 있다.

4. 결론

장거리에서 상대적 6 자유도 모션을 측정하는 Three-beam Detector의 정확성 개선에 자이로 센서와의 퓨전 방법을 논의하였다. 이를 검증하기 위해서 해양환경에서 실험이 필요하다.

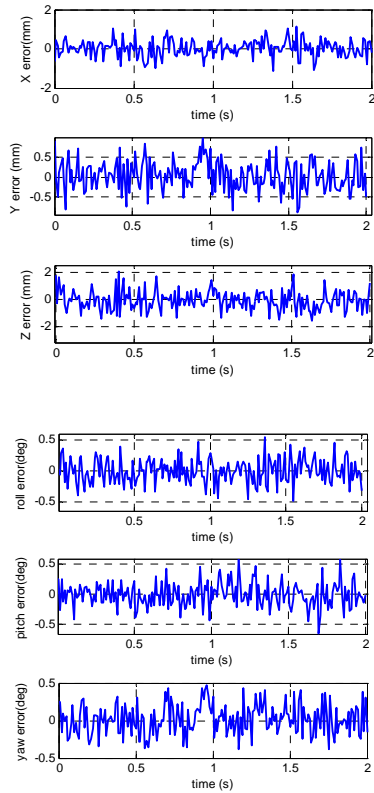


Fig. 3 Simulation of Three-beam Detector and gyroscope fusion system 6-dof measurement errors.

후기

본 논문은 지식경제부와 한국산업기술진흥원의 전략기술 인력양성사업의 지원 및 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단(No.2011-0018240)과 BK21의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

1. A. R. J. Ruiz and F. S. Granja, "A short-range ship navigation system based on lidar imaging and target tracking for improved safety and efficiency," *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on*, vol. 10, pp. 186-197, 2009.
2. Y.-K Kim, Y. Kim, K.-S Kim, S. Kim, B. M. Kwak, I.G. Jang, Y. S. Jung, E. H. Kim, "Developing a Robust Sensing System for Remote Relative 6-DOF Motion Using 1-D Laser Sensors", *IEEE SysCon 2012*, Vancouver, Canada, March 19-23.