

가이저 모드 광 다이오드를 이용한 3차원 영상 라이다 시스템 개발

Development of the 3-D imaging LIDAR(Light Detection And Ranging) system with Geiger mode APD(Avalanche PhotoDiode)

오민석, 공홍진, *박동조, *김병욱,
 한국과학기술원 물리학과, *한국과학기술원 전기 및 전자공학과
 alstjr82@kaist.ac.kr

3D Imaging LIDAR를 위한 기존의 기술은 single-point laser range finder 기술을 scanning 기술과 결합하는 것이다. 스캐닝을 통해 레이저의 펄스를 대상의 각각 다른 점에 주사하면, 되돌아오는 빔을 단일 검출기를 이용하여 측정하는 방법이다. 하지만, 스캐닝을 이용한 기존의 방식은 image의 pixel수가 많아지면 fps(Frame Per Second)가 작아지게 되어 실시간으로 3차원 영상을 얻을 수 없다는 단점을 갖는다. 이는 scanning device의 성능을 향상시킴으로써 해결할 수 없는 문제이다.

움직이는 물체를 실시간으로 영상화하려면 단일 레이저 펄스를 이용하여 물체의 전체적인 3차원 영상을 얻는 것이 바람직하다. 단일 펄스를 이용한 3차원 영상화 기술의 핵심은 물체의 전 영역에 레이저 펄스를 조사하고 되돌아오는 빛을 검출기 배열을 통해서 한번에 받아들이는 것이다. 그리고 각 픽셀별로 레이저 펄스의 왕복 시간(TOF : Time Of Flight)을 계산함으로써 3차원 영상을 획득하게 된다.

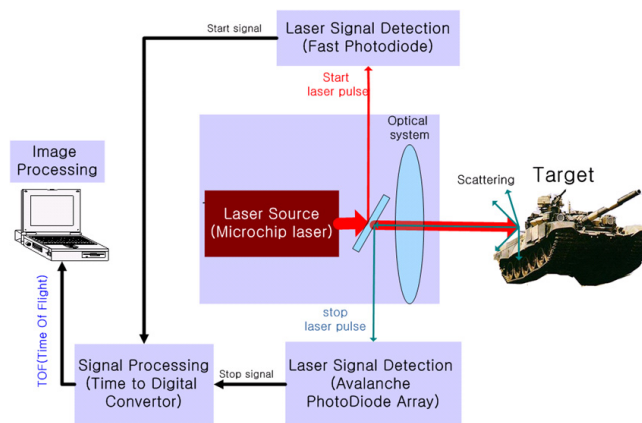


그림 1 3차원 영상화 라이다 시스템 구성도

조사된 레이저 펄스가 물체에서 산란되어 검출기로 되돌아오는 광자의 수는 검출기와 물체사이의 거리가 멀어질수록 급격히 감소하며 또한 돌아온 광자들은 여러 개의 검출기로 나누어지기 때문에 검출되는 신호는 매우 미약하다. 따라서 본 시스템에서는 Geiger mode APD(Avalanche PhotoDiode) array

를 검출기로 사용한다. Geiger mode APD는 sensitivity가 매우 좋기 때문에 single photon counting 용으로 많이 쓰인다.

본 연구에서는 ⁽¹⁾passively Q-switching solid-state microchip laser로부터 발진되는 수백 피코초 펄스의 TOF (Time Of Flight) 를 ⁽²⁻³⁾Geiger mode 1*8 APD (avalanche photo diode) array detector를 이용하여 측정함으로써 depth of image를 얻는다. 라이다 시스템으로부터 얻게 되는 depth of image의 정보를 open GL을 이용하여 1*8 pixel 3D 영상을 구현한다.

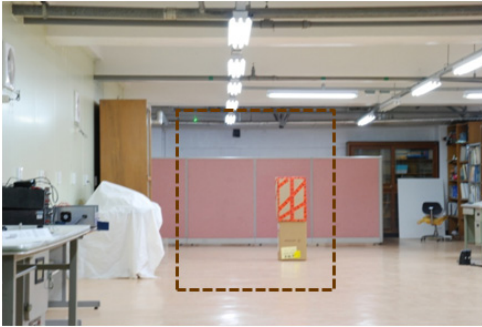


그림 2 CCD 카메라를 이용하여 얻은 2차원 영상

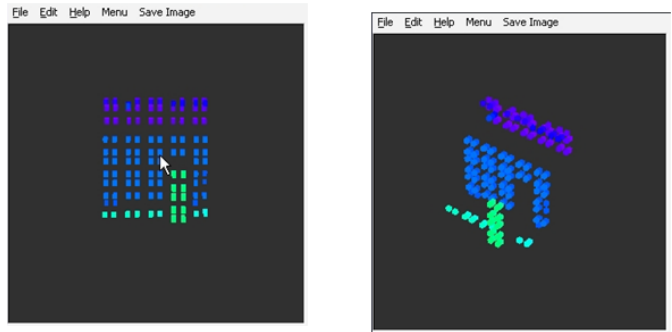


그림 3 그림2의 점선영역의 영상 처리 후의 3차원 영상 (좌) 정면 (우) 측면

그림2는 본 연구가 진행되고 있는 실험실의 모습이며, 그림 3은 single pixel LIDAR system에 스캐닝 시스템을 추가하여 얻은 raw LIDAR data를 본 연구에서 개발하고 있는 visualization tool을 통하여 영상 처리한 후 얻은 3차원 영상이다.

본 연구실은 현재 위와 같은 single pixel Geiger mode APD를 이용하여 TOF를 측정하는 기초 실험을 수행하고 있으며, 1*8 APD array를 이용한 3D Imaging LIDAR system을 개발 중이다. 1*8시스템을 구축한 뒤, 송신부와 수신부에 스캐닝방식을 도입하여 더 많은 화소수의 영상을 얻을 수 있는 시스템을 개발할 예정이다.

Acknowledgement

본 연구는 한국과학기술원 영상정보특화연구센터를 통한 방위사업청과 국방과학연구소의 연구비 지원으로 수행되었습니다. (계약번호 UD070007AD)

참고문헌

1. J.J.Zayhowski and C.Dill III, "Diode-pumped passively Q-switched picosecond microchip lasers," Opt.Lett., 19, pp1427-1429, 1994
2. B.F.Aull, A.H.Loomis, D.J.Young, R.M.Heinrichs, B.J.Felton, P.J. Daniels and D.J.Landers, "Geiger-Mode Avalanche Photodiodes for Three-Dimensional Imaging," Linc.Lab. J.12(2), 2000, pp.383-396
3. R.M.Marino and W.R Davis, "Jigsaw:A Foliage-Penetrating 3D ImagingLaser Radar System," Linc.Lab. J.15(1), 2005, pp.23-35