

초점 평면 avalanche 광다이오드 배열을 이용한 TOF 측정 3차원 영상 레이저 라이다 시스템 개발

Development of the 3-D imaging laser radar system measuring TOF(Time Of Flight) with focal-plane APD(avalanche photodiode) array

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 빛을 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 진 영역에 레이저 펄스를 조사하고 되돌아오는 빛을 검출기 배열을 통해서 한 번에 받아들이는 것이다. 그리고 각 픽셀별로 레이저 펄스의 왕복 시간(TOF : Time Of Flight)을 계산함으로써 3차원 영상을 획득하게 된다.

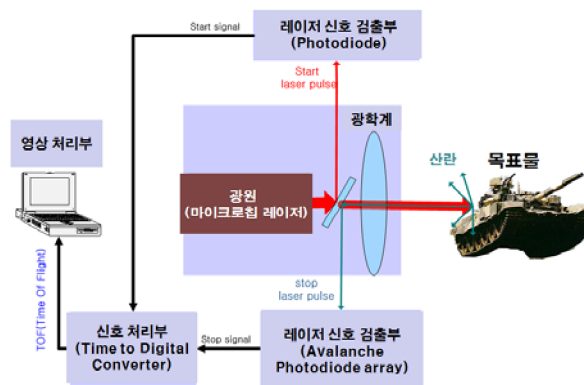


그림 1 KAIST LADAR system 구성도

조사된 레이저 펄스가 물체에서 산란되어 검출기로 되돌아오는 광자의 수는 검출기와 물체 사이의 거리가 멀어질수록 급격히 감소하며 또한 돌아온 광자들은 여러 개의 검출기로 나누어지기 때문에 검출되는 신호는 매우 미약하다. 따라서 본 시스템에서는 Geiger mode APD(Avalanche PhotoDiode) array를 검출기로 사용한다. Geiger mode APD는 sensitivity가 매우 좋기 때문에 single photon

counting 용으로 많이 쓰인다.

본 연구에서는 passively Q-switching solid-state microchip laser로부터 발진되는 수백 피코초 펄스의 TOF (Time Of Flight) 를 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⁽¹⁻³⁾.

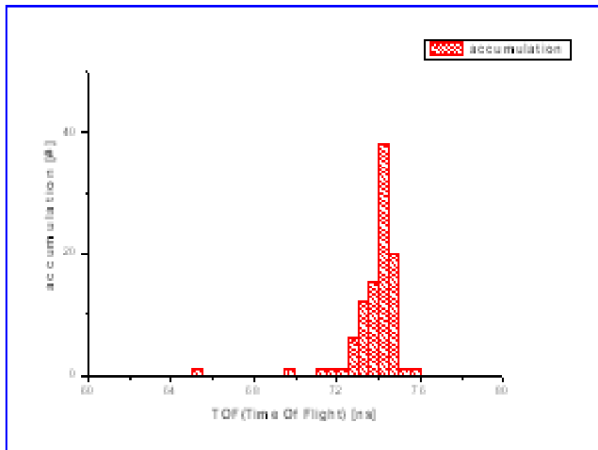


그림 2 Statistical distribution of TOF data

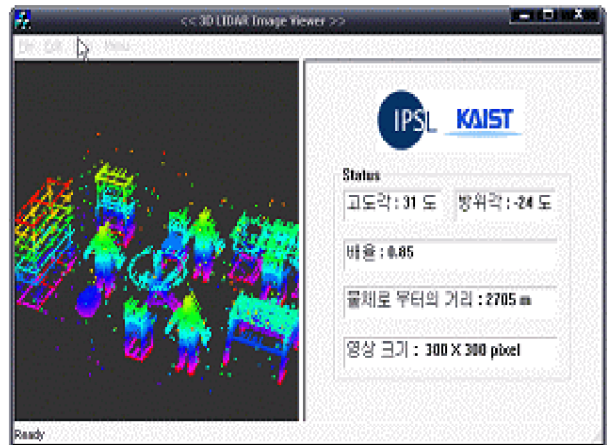


그림 3 개발된 Visualization 소프트웨어

그림2는 100개의 레이저 펄스를 이용한 single pixel LIDAR 실험결과로서 본 시스템을 이용할 경우 TOF의 uncertainty 가 대략 2ns 정도가 되는 것을 확인할 수 있으며 이는 depth of image의 uncertainty가 30cm 정도임을 말해준다. 그림3은 본 연구에서 개발하고 있는 3차원 영상화 프로그램의 실행 예이다.

본 연구실은 현재 위와 같은 single pixel Geiger mode APD를 이용하여 TOF를 측정하는 기초 실험을 수행을 완료하였으며, 1*8 APD array를 이용한 실험을 수행 중이다.

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