

초점 평면 4*4 전자사태 광다이오드 배열을 이용한 TOF 측정 3차원 영상 라이다 시스템 개발

Development of the 3-D imaging LIDAR system with focal-plane 4*4 avalanche photodiode array

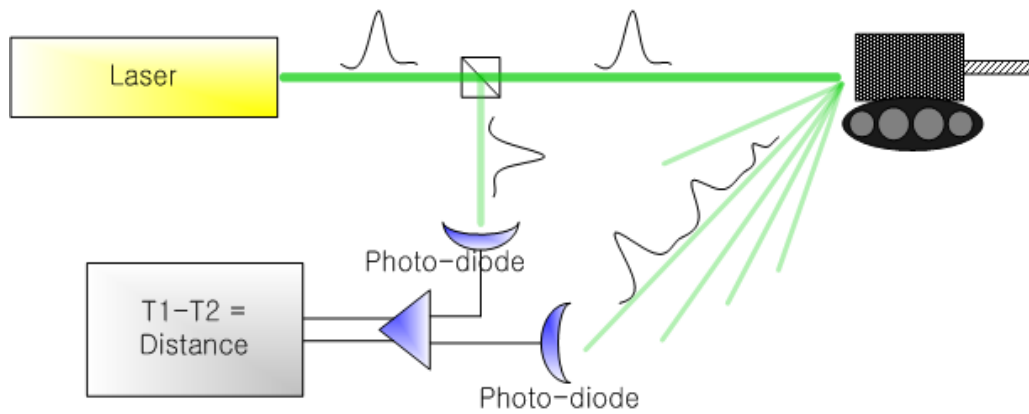
오민석, 공홍진, *박동조, *김병욱, *김석권

한국과학기술원 물리학과, *한국과학기술원 전기 및 전자공학과

alstjr82@kaist.ac.kr

LIDAR를 이용한 기존의 영상화 기술은 single-point LIDAR 기술을 스캐닝 기술과 결합하는 것이다. 레이저에서 여러 개의 펄스를 스캐닝을 통해 각기 다른 점에 주사하면, 되돌아오는 빛을 단일 검출기를 이용하여 측정하는 방법이다. 하지만, 스캐닝을 이용한 기존의 방식은 영상처리속도를 현저하게 낮추는 단점을 가진다. 그리고 시스템의 무게, 크기, 비용을 증가시키는 결점을 가진다.

움직이는 물체를 실시간으로 영상화하려면 단일 레이저 펄스를 이용하여 3차원 영상을 얻는 것이 바람직하다. 단일 펄스를 이용한 3차원 영상화 기술의 핵심은 관심이 가는 물체의 전 영역에 레이저를 조사하고 되돌아오는 빛을 검출기 배열을 통해서 한꺼번에 받아들이는 것이다. 그리고 단일 회로를 이용하여 각 지점에서 되돌아오는데 걸리는 시간을 함께 검출하는 방법이다.



라이다를 이용한 거리측정의 원리도

이 기술에서는 검출기의 민감도와 신호처리속도가 영상의 해상도를 결정하는 가장 중요한 요소이다. 조사된 빛 중에 검출기로 되돌아오는 빛의 양은 검출기까지의 거리의 제곱에 비례하여 감소하기 때문이다. 그리고 이 빛이 여러 개의 검출기로 나누어지기 때문에 검출되는 신호는 매우 미약하기 마련이다. 따라서 매우 민감하고, 동시에 시간측정이 가능한 검출기 회로가 필요하다. 만약 수 센치미터의 공간분해능을 가지려면 나노 초보다 작은 시간분해능을 가지는 검출기를 사용해야한다. 그리고 검출기 회로의 대역폭은 매우 높아져야 한다. 하지만, 높은 대역폭은 곧 신호 대 잡음비를 높이는 요인으로 작용하게 된다.

본 연구에서는 ⁽¹⁾passively Q-switching solid-state microchip laser로부터 발진되는 수백 피코초 펄스의 TOF (Time Of Flight) 를 ⁽²⁻³⁾Geiger mode 4*4 APD (avalanche photo diode) array detector 를 이용하여 측정한다. Geiger mode APD는 민감도가 매우 좋기 때문에 single photon counting 용으로 많이 쓰인다. timing resolution을 높이기 위해 TCSPC (Time correlated single photon counting) 을 적용한다.

라이다 시스템으로부터 얻게 되는 depth of image의 정보를 open GL을 이용하여 4*4 pixel 3D 영상을 구현한다.

위의 시스템을 구축한 뒤, 송신부와 수신부에 스캐닝방식을 도입하여 더 많은 화소수의 영상을 고 해상도로 얻는다.

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