

텔레핸들러 안전 주행을 위한 전방 노면상태 인식 방법론

김서정¹, 김병준², 김동훈³, 현상미⁴, 정성환⁵

^{1,3,4} 한국전자기술연구원 연구원

^{2,5} 한국전자기술연구원 선임연구원

{scott3554, jun0420, clickmiss123, tkdal6365, shjeong}@keti.re.kr

Road Surface Conditions Detection for Safe Telehandler Driving Methodology

Seo-Jeong Kim¹, Byoung-Jun Kim², Dong-Hun Kim³, Sang-Mi Hyeon⁴, Sung-Hwan Jeong⁵

^{1,3,4} Research Engineer, Korea Electronics Technology Institute

^{2,5} Senior Research Engineer, Korea Electronics Technology Institute

요 약

본 논문은 상용 특장차의 한 종류인 텔레핸들러가 주행 중에 전방 노면의 평탄하지 못한 상태, 방지턱 같은 장애물, 기울기가 큰 오르막길, 내리막길 등과 같은 상태를 자동으로 판단하여 운전자에게 도움을 주는 방법론을 제안한다. Stereolabs 사의 ZED 2i 카메라를 사용하여 카메라를 원점으로 하는 임의의 점들의 X, Y, Z를 찾아내고 해당 점들의 원점으로부터 거리를 이용하여 전방 노면 상태를 판단하였다. 이는 추후 자율주행로봇에도 적용이 가능할 것으로 보인다.

1. 서론

상용 특장차의 한 종류인 텔레핸들러는 1977 년부터 개발된 중장비 중에 하나로 무거운 자재를 운반하고 놓는데 사용되는 유압식 리프팅 장비이다. 텔레핸들러는 무거운 자재를 운반하기 때문에, 주행 중 전방 노면의 평탄하지 못한 상태, 장애물, 기울기가 큰 오르막길 등과 같은 곳에서 주행이 어렵다. 본 논문에서는 위에서 언급한 주행에 위험한 노면 상태들을 스테레오 카메라를 통해 얻은 깊이 정보를 이용하여 찾아내고 운전자에게 위험신호를 보내는 방법론을 제안한다.



(그림 1) 텔레핸들러

2. 전방 노면 위험 상태 감지

(1) 스테레오 카메라 3D 포인트 클라우드 좌표

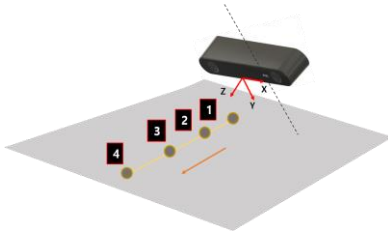
본 논문에서는 깊이 영상을 얻기 위해 Stereolabs 사의 ZED 2i 카메라를 사용하였다. ZED 2i 카메라는 깊이 정보를 만들어 카메라로부터 임의의 점의 거리를 측정할 수 있는 스테레오 카메라이다. 카메라를 보정하여 카메라 행렬을 이용하여 뎀스 값을 추정한 후 이를 이용하여 임의의 점의 좌표를 포인트 클라우드 좌표로 변환할 수 있다[1][2].

(2) 전방 노면 위험 상태 감지

원본 및 깊이 영상에서 지정해둔 한 점의 좌표를 카메라를 원점으로 정면 방향을 Z 축, 좌우 방향을 X 축, 상하 방향을 Y 축으로 하는 포인트 클라우드 좌표로 변환된다.

그림 2 을 보면 원본 영상에서 4 개의 좌표를 임의로 지정했다고 했을 때, ZED 카메라가 45 도 각도로 아래 바닥을 보도록 하면 1 번 좌표에서 4 번으로 멀어 질수록 Y 축 3 차원 포인트 클라우드 좌표의 값은 감소한다. 만약 전방 노면이 평탄하다면 Y 축 3 차원 포인트 클라우드 좌표 값이 일정하게 증가할수록 카메라(원점)으로부터 해당 좌표의 3 차원 포인트 클라우드 좌표 사이의 거리는 일정하게 증가해야한다. 반

대로 전방 노면에 장애물이 있거나 노면이 평탄하지 못한다면 거리 값은 비선형적으로 증가 또는 감소해야한다[3].



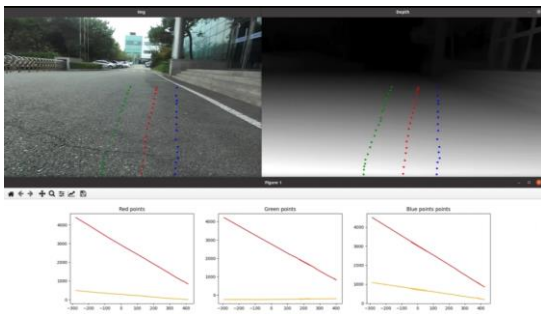
(그림 2) ZED 카메라 포인트 클라우드 3 차원 축 방향

카메라의 좌표인 3 차원 원점 좌표(0,0,0)로부터 지정한 좌표들까지의 거리는 유클리디안 거리 계산 방식을 사용한다. 원하는 점의 X, Y, Z 좌표를 알고 있으므로 식(1)을 사용하여 점까지의 거리를 계산하였다.

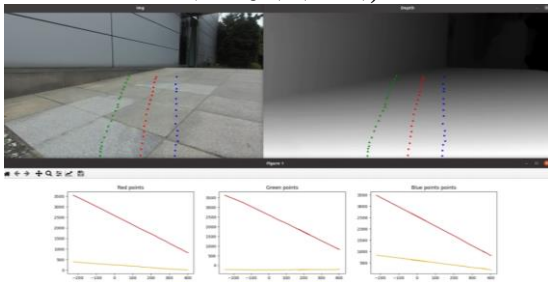
$$\text{Distance} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (1)$$

3. 실험 및 결과

실험은 텔레핸들러 하부체에 ZED 카메라를 80cm 높이로 바닥면을 향해 45 도 각도로 설치하고 오르막길, 평지, 방지턱 등을 지나며 실험을 진행하였다. 3 개의 직선을 이루는 점들을 임의로 지정하고 Y 축 좌표에 대한 해당 점들의 거리 값과 Y 축 좌표에 대한 해당 점들의 X 축 좌표를 그래프로 그려 결과를 확인한다. 그림 3~6 에서 Y 축 좌표에 대한 거리 그래프는 빨간색, Y 축 좌표에 대한 X 축 좌표 그래프는 노란색으로 그리고 원본 및 깊이 영상에서 초록, 빨강, 파랑으로 표시된 점들끼리의 그래프를 표시하였다[4].



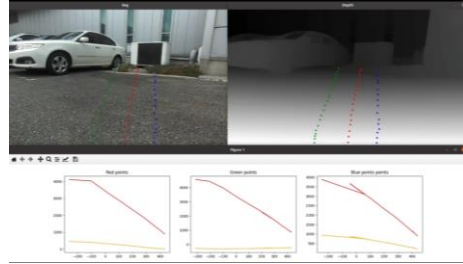
(그림 3) 평지에서의 그래프(멀어지는 점들에 대해 거리 값이 일정하게 증가)



(그림 4) 오르막길에서의 그래프(멀어지는 점들에 대해 거리 값이 일정하게 증가하지만 평지에서의 비례 기울기가 작음 [평지에서 Y 축 최대값 5000/ 오르막길에서 Y 축 최대값 3500])



(그림 5) 방지턱에서의 그래프(방지턱에 해당하는 영역에서 기울기가 일정하지 않게 감소)



(그림 6) 장애물이 있는 곳에서의 그래프(장애물이 있는 영역에서 기울기가 일정하지 않음)

4. 결론

본 논문에서는 텔레핸들러의 안전 주행을 위해 전방 노면 상태를 인식하여 운전자에게 알려줄 수 있는 방법론을 제안하였다. ZED 2i 카메라를 사용하여 주행 영역 안의 점들을 3D 포인트 클라우드 좌표로 반환하고 해당 점들의 거리를 이용하여 평탄한 영역, 장애물, 오르막길에 해당하는 영역을 인식하였다. 이는 추후 자율주행을 위한 기술로도 사용이 가능할 것으로 보인다.

사사번호

이 연구는 2022 년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임(“20018906”)

참고문헌

- [1] D.-W. Jang and R.-H. Park, "Pothole detection using spatio-temporal saliency", *IET Intell. Transp. Syst.*, vol. 10, no. 9, pp. 605-612, Nov. 2016.
- [2] T. Shen, G. Schamp and M. Haddad, "Stereo vision based road surface preview", *Proc. IEEE Int. Conf. Intell. Transp. Syst.*, pp. 1843-1849, Oct. 2014.
- [3] R. Zabih and J. Woodfill, "Non-parametric local transforms for computing visual correspondence", *Proc. Eur. Conf. Comput. Vis.*, pp. 151-158, 1994.
- [4] F. Oniga and S. Nedeveschi, "Processing dense stereo data using elevation maps: Road surface traffic isle and obstacle detection", *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 59, no. 3, pp. 1172-1182, Mar. 2010.