

# 단일거리센서를 이용한 실외경비로봇의 주행환경인식 알고리즘 Road Environments Detection Using a Single Laser Range Finder of an Outdoor Patrol Robot

\*김동현<sup>1</sup>, #정우진<sup>2</sup>

\*Donghyeon Kim<sup>1</sup>, #Woojin Chung(Woojin.chung@gmail.com)<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> 고려대학교 기계공학부

Key words : outdoor patrol robot, road environment detection, laser range finder

## 1. 서론



Fig. 1 Structured Road Environment

실외용 주행로봇의 시장이 발전함에 따라 다양한 환경에서 다양한 목적으로 동작하는 실외 이동로봇들이 개발되고 있다. 그 중 과거에 비해 보안 및 경비의 중요성이 증대되고 있어 순찰로봇에 대한 관심이 높아지고 있다. 야외의 환경에서 순찰업무를 수행하는 데에는 굵은 날씨나 어두운 때와 같은 어려움이 존재한다.

실외에서의 주행 환경인식을 위한 방법으로는 다수의 센서를 사용하여 성공률을 높이는 것이 대부분이다[1-2]. 그러나 그러한 방법은 다수의 고가의 장비를 사용함으로 인한 비용증가의 문제가 발생한다.

본 연구는 야외 순찰 같은 특정한 임무와 Fig.1 과 같이 정형화된 도로환경에서 한 대의 레이저 거리 센서만을 이용하여 진행하였다. 레이저 거리 센서는 어두운 환경에서도

정확하게 동작한다는 장점이 있어, 광량에 영향을 많이 받는 비전센서보다 야외의 환경에서 더 좋은 성능을 보인다. 그러한 특성을 가진 레이저 거리 센서를 이용하여 주행 환경인 도로를 인식하고 주행가능 영역을 추출하는 알고리즘을 개발하였다.

## 2. 도로인식 알고리즘

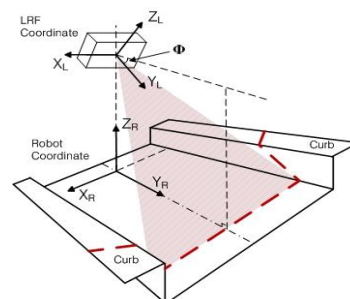


Fig. 2 System Configuration

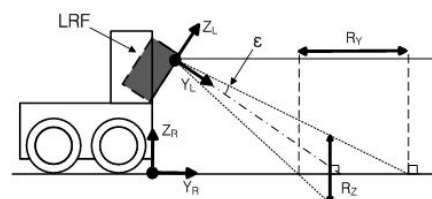


Fig. 3 Expected region of the road surface points

도로 환경 추출을 위해서 한대의 레이저 거리 센서를 Fig.2 와 같이 기울임 각  $\Phi$  만큼 기울여 설치하고 도로 면과 도로 좌우의 연석을 인식할 수 있도록 하였다. 도로 환경

인식을 위하여 먼저 지표면을 추출하게 되는데, 지표면은 Fig.3 에서 볼 수 있듯이 주행에 따라 레이저 거리센서가 받는 pitch angle 의 변화를 고려한 값  $\varepsilon$  을 지정하여 얻어낸다.  $\varepsilon$  값으로부터 거리를 계산하여 도로면이 존재할 것이라 예상되는 범위  $R_y$  를 구한다. 범위 안에 존재하는 레이저 데이터들을 최소자승법을 이용하여 지표면으로 인식할 수 있는 선분을 추출해 낸다. 추출된 지표면과 도로 양쪽의 연석이 가지고 있는 attribute 네 가지를 다음과 같이 정의 할 수 있다.

*Att\_1.* 지표면과 연석이 이루는 각도는  $90^\circ$  를 이룬다.

*Att\_2.* 로봇과 지표면의 거리와 지표면과 연석이 만나는 지점까지의 거리는 거의 같다.

*Att\_3.* 양쪽 연석은 평행하다.

*Att\_4.* 도로의 폭과 양쪽 연석 사이의 거리는 같다.

위와 같은 네 가지 attribute 를 수치적으로 얻어낸 뒤, Principal Component Analysis 를 이용하여 다차원으로 이루어진 attribute 데이터를 하나의 차원으로 축소시킨다. 그렇게 얻어진 선형결합으로 이루어진 식(1)을 연석을 판별해내는 비용함수로서 정의한다. 연석의 후보군들 중 비용함수의 값이 가장 작은 후보군을 최종적인 연석으로 결정한다.

$$Vg = u_1 \cdot X_1 + u_2 \cdot X_2 + u_3 \cdot X_3 \quad (1)$$

연석의 위치를 결정하면 양쪽 연석 사이의 도로를 주행가능영역으로 얻어낸다.

### 3. 실험 결과

Fig.4 는 도로인식 알고리즘의 적용 결과이다. 왼쪽 사진은 실험 환경의 사진이다. 실험 환경은 비교적 정형화된 도로로써 양쪽에 도로 넓이는 6m, 도로 양쪽에 연석이 존재한다. 사진의 붉은색 선은 레이저 거리센서가 인식하는 지점을 나타낸다.

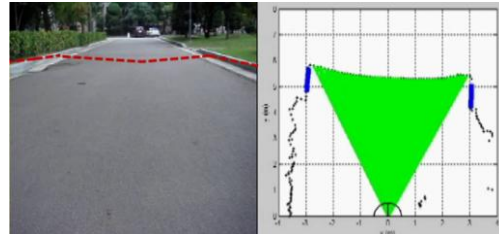


Fig. 4 Experiment Result

오른쪽은 레이저 거리센서를 통해 얻어낸 거리데이터를 Cartesian coordinate 로 나타낸 것이다. (0,0)의 좌표에 로봇이 위치하고 있다. 파란색으로 나타낸 것은 추출된 연석의 데이터를 도시한 것이고, 초록색으로 나타낸 범위가 최종적인 주행 가능영역이다.

### 4. 결론

본 논문은 정형화된 도로환경을 주행하면서 화재감지 및 순찰업무를 수행하는 로봇의 주행환경을 인식하는 알고리즘 개발을 수행하였다. 이러한 환경에서 현대의 레이저 거리 센서만으로 주행환경인 도로를 정확하고 신뢰성 있게 인식하는 알고리즘을 제시하였다.

### 후기

본 연구는 지식경제부 “융복합형로봇전문인력양성사업”의 지원을 받아 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. Martin Buehler, Karl Iagnemma, Sanjiv Singh (Eds.), “The DARPA Urban Challenge : Autonomous Vehicles in City Traffic”, Springer, 2010.
2. Wang Rongben, Xu, Libin Youchun, Zhao Yufan, "A vision-based road edge detection algorithm", *IEEE Intelligent Vehicle Symposium*, vol.1, pp.141-147, June 2002.