

# 자율주행차량의 전방 하향 레이저 센서를 이용한 지역 그리드맵 생성 방법

## Enhancement of laser-based Grid map for unmanned vehicle

조한신<sup>1</sup>, #박장현<sup>2</sup>, 김제석<sup>2</sup>

\*H. S. Cho<sup>1</sup>, #J. H. Park(jpark@hanyang.ac.kr)<sup>2</sup>, J. S. Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한양대학교 자동차공학과, <sup>2</sup>한양대학교 자동차공학과

Key words : Unmanned vehicle, Downward laser, Gridmap,

### 1. 서론

무인자동차 혹은 모바일 로봇이 자율주행을 하기 위한 경로를 설정할 때는 주변 환경을 인지하고 자신의 위치를 정확히 판단할 수 있어야 한다. 이를 위해 전방 레이저 센서와 위치 정보를 이용한 전역 그리드맵(Grid map) 생성<sup>[1]</sup>, 경로 설정 알고리즘<sup>[2]</sup> 등 실내 환경에서의 모바일 로봇 자율주행을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

그러나 무인자동차의 실외자율주행 환경에서는 전방 레이저 센서를 이용한 주행 가능 영역 판단에 한계가 있기 때문에, 전방 하향 레이저 센서를 이용한 인식 방법을 활용해야 한다.<sup>[3]</sup> 또한 실외 환경에서 위치 정보를 얻기 위해 사용하는 GPS의 정밀도가 좋지 않은 문제점이 있다.

본 연구에서는 전방 하향 레이저 센서의 주행 가능 영역 인지 결과를 IMU 센서의 방위각, X, Y축 방향 가속도 정보를 통해 변환, 누적하여 사용함으로써 GPS 위치 정보에 영향을 받지 않는 독립적인 형태의 지역 그리드맵을 생성하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

### 2. 전방 센서 기반 전역 그리드맵

전방 레이저 센서와 위치 센서를 이용하여 전역 그리드맵을 생성 하는 알고리즘은 전방 레이저 센서 인식 결과를 현재 위치 정보를 기준으로 하는 상대적인 값으로 나타낸다.<sup>[1]</sup> 이 알고리즘을 실외 자율주행 환경에서 사용할 경우에는 다음과 같은 문제점이 발생할 수 있다.

먼저 실외 환경은 벽면이나 장애물로 명확히 구분되는 주행 불가능 영역을 찾기가 쉽지 않고, 높은 신뢰성을 가진 인식 결과를 필요로 하기 때문에 다중 센서의 융합을 고려해야 한다. 또, GPS

위치 정보가 차량의 실제 위치와 다르게 측정될 경우 실제 차량의 주행 환경과 크게 다른 형태로 지도를 생성하게 된다. 실외 환경 자율주행의 특성 상 위와 같은 오류는 치명적인 결과를 가져올 수 있다는 약점이 있다.

### 3. 전방 하향 센서 기반 지역 그리드맵

실외자율주행 환경에서의 자율주행을 위해 GPS 위치 정보에 영향을 받지 않는 전방 하향 레이저 센서 기반 지역 그리드맵을 생성할 필요가 있다.

지역 그리드맵이란 차량의 실제 위치를 기준으로 전후좌우 일정 거리 내의 영역만을 실시간으로 생성하는 방식으로 GPS 오류의 영향을 받지 않으면서 연산속도를 높이는 효과가 있다. 본 논문에서 제안하는 새로운 그리드맵의 생성 과정을 Fig. 1에 나타내었다.

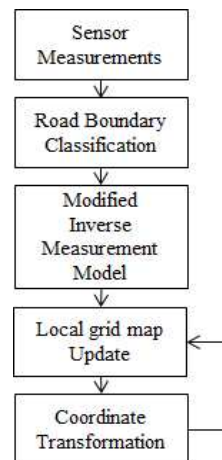


Fig. 1 A flowchart of local grid map

먼저 전방 하향 레이저 센서의 인식 결과를 기반으로 도로 경계를 판단하여 주행 가능 영역의 양 끝 점을 분류한다.<sup>[4]</sup> 다음으로 이것을 Modified in-

verse measurement model을 사용하여 그리드맵 각 셀(Cell)에 확률값으로 입력시킨다. 여기에서 Modified inverse measurement model이란 전방 하향 레이저 센서를 사용하는 실외 환경과 다중 센서 융합에 적합하도록 기존의 Inverse sensor model<sup>[1]</sup>을 수정한 것으로 Fig. 2과 같이 나타낼 수 있다.

```

1: inverse_measurement_model( $m_i, z_t, \theta_t$ )
2:  $r = \sqrt{x_i^2 + y_i^2}$ 
3:  $\Phi = \text{atan2}(y_i, x_i)$ 
4: if  $|\Phi - \theta_t| < \beta/2$  and  $r \leq z_t^k + \alpha/2$ 
5:   return  $l_{free}$ 
5: elseif
6:   return  $l_{unknown}$ 
7: endif
    
```

Fig. 2 Modified inverse measurement model

Modified inverse measurement model은 현재 위치 정보를 고려하지 않고, 센서와 그로부터 측정된 도로 경계 양 끝점 사이의 구간을 주행 가능 영역으로, 나머지는 주행 불가능 영역으로 간주한다.

마지막으로 지속적으로 쇄신되는 그리드맵의 각 셀을 IMU 센서로부터 얻은 차량의 방위각( $\psi$ ), X축, Y축 방향 가속도( $A_x, A_y$ ) 정보와 센서 작동 주기( $\Delta t$ )를 이용하여 식(1)과 같은 방식으로 변환하여 누적시킨다.

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\psi & \sin\psi \\ -\sin\psi & \cos\psi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} - \frac{1}{2} \begin{pmatrix} A_x \\ A_y \end{pmatrix} (\Delta t)^2 \quad (1)$$

이는 차량이 지나쳐온 주행 가능 영역에 대한 변환을 포함하기 때문에 실제 도로 경계의 형태를 그대로 지도에 생성할 수 있게 된다.

이와 같은 과정을 통해 생성된 전방 하향 레이저 센서 기반 지역 그리드맵은 Fig. 3과 같다.

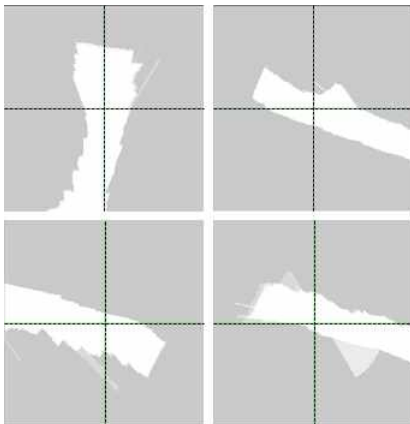


Fig. 3 Local grid map

Fig. 3의 지역 그리드맵은 정중앙에 놓인 차량의 실제 위치를 기준으로 하기 때문에 도로 경계의 상대적인 위치와 형태를 정확하게 파악할 수 있다는 장점이 있다. 또한, Modified inverse measurement model을 사용하여 그리드맵 각 셀을 주행 가능 영역과 불가능 영역만으로 구분하여 다중 센서 융합에 유리하다.

Table 1 Comparison of the operation time

	Global grid map	Local grid map
Time (ms)	40	10

Table 1은 전역 그리드맵과 지역 그리드맵 생성의 연산 시간을 비교한 것으로 지역 그리드맵의 쇄신 영역이 현저히 줄어들기 때문에 연산속도 또한 향상되는 것을 확인할 수 있다.

#### 4. 결론

본 연구에서 제안하는 새로운 지역 그리드맵 생성 방법을 사용하면 차량의 실제 위치를 기준으로 하는 도로 경계의 상대적인 위치와 형태를 정확하고 빠르게 측정할 수 있다는 장점이 있다. 이를 이용하여 추후에 정밀도가 낮은 GPS의 위치 정보를 보정하는 알고리즘에 관한 연구가 진행될 예정이다.

#### 후기

본 논문은 지식경제부 우수제조기술연구센터(ATC)사업(과제번호 20100000002171-차세대 협업 생산 로봇을 위한 다자유도 Robot ARM 및 응용 기술 개발)의 지원에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. Sebastian Thrun, "Probabilistic ROBOTICS", 281-307, 2005.
2. Mijo Cikes, Marija Dakulovic, "The Path Planning Algorithms for a Mobile Robot based on the Occupancy Grid Map of the Environment", IEEE, 2011.
3. Sebastian Thrun, "Stanley: The Robot that Won the DARPA Grand Challenge", Journal of Field Robotics 23(9), 661-692, 2006.
4. Jaehyun Han, "Information Fusion-based Road Boundary and Obstacle Detection for Autonomous Vehicles"(PhD diss, HanYang University, 2011), 67-82.