

# 장애물 회피를 위한 함축적 원거리 격자지도의 필요성에 대한 연구

## Study on a Connotative Long Distance Grid Map for Avoiding Obstacles

\*정진한<sup>1,3</sup>, 김제석<sup>3</sup>, 정민영<sup>1</sup>, #박장현<sup>1,2</sup>

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

<sup>1</sup>한양대학교 지능형 로봇공학, <sup>2</sup>한양대학교 미래자동차공학과, <sup>3</sup>한양대학교 자동차공학과

Key words : Inverse Sensor Model, Occupancy Grid Map, Bayesian theory, GPS

### 1. 서론

로봇의 주위환경에 대한 인지는 로봇이 앞으로 수행할 작업을 위한 매우 중요한 단계이다. 이번 연구에서 인지에 사용되는 레이저 센서는 다른 센서들에 비해서 보다 높은 정밀도 및 측정거리를 보유하고 있다. 센서로부터 구한 측정거리 데이터 값을 사용하여 현재 로봇으로부터 전방의 정적 혹은 동적 장애물을 실시간 격자지도로 나타낼 수 있다.

하지만 로봇의 속도가 빠를 경우에는 장애물 회피를 위해 원거리를 실시간으로 격자지도로 나타낼 필요가 있다. 일반적인 Inverse Sensor Model[1]로 나타내는 격자지도를 사용하기에는 연산시간의 문제가 존재한다. 그래서 이번 연구에서는 Forward Sensor Model[2]로 거리 따른 격자간의 간격을 조정함으로써 함축적 격자지도를 생성하여 연산시간을 줄이고 이와 더불어 새로운 업데이트 방식에 대해 연구를 하였다.

### 2. 본론

격자지도는 기본적으로 확실적인 접근 방법으로 베이즈 정리[3]를 기반으로 센서의 측정값을 사용하여 실시간으로 장애물의 유무를 판단하면서 격자지도를 업데이트하는 방식이다. 격자지도를 생성하는 방법은 GPS 센서 데이터 사용 여부에 따라 국부 격자지도와 전역 격자지도로 나눌 수 있다. 센서를 전방을 보도록 달고 받은 데이터 값으

로 격자지도를 생성하는 알고리즘을 표 1에 나타내었다.

Table 1 An occupancy grid algorithm

#### Sensor Model For Forward looking( $m_{i,j}, x_t, z_t$ )

- 01: SET  $x_i, y_j$  to the center of mass of  $m_{i,j}$
- 02:  $r = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_j - y)^2}$
- 03:  $\theta = a \tan 2(y_j - y, x_i - x) - \psi$
- 04:  $k = \arg \min_n |\theta - \omega_n|$
- 05: If  $r > z_t^k$  THEN
- 06: RETURN  $p(m_{i,j} | z_t^k) = 0$
- 07: ELSEIF  $z_t^k \leq z_{\max}$  and  $|r - z_t^k| < \alpha / 2$  THEN
- 08: RETURN  $p(m_{i,j} | z_t^k) = 1$
- 09: ELSEIF
- 10: RETURN  $p(m_{i,j} | z_t^k) = 0.5$        $\alpha$ : size of  $m_{i,j}$

로 알고리즘은 전방을 보는 센서 데이터 값을 가지고 실험적 방법을 통해 최적화시켜 작성한 알고리즘으로 기존의 Inverse Sensor Model에 비해 연산시간을 줄이는 것과 더불어 적당한 한계치를 무시함으로써 효과적인 격자지도를 그릴 수 있다[Fig. 1,2].

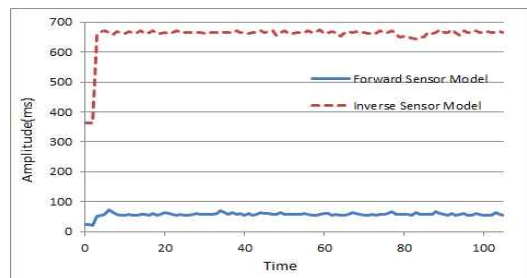


Fig.1 Processing time between sensor models

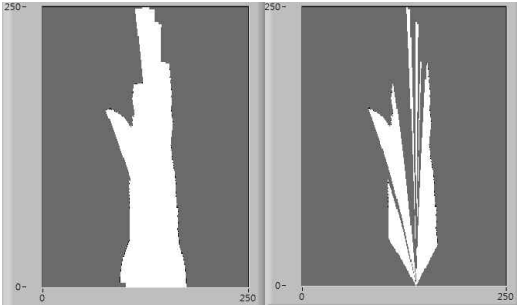


Fig. 2 Grid maps using forward sensor model (left) and inverse sensor model (right) based on connotative grid model

[Fig.1,2]에서 알 수 있듯이 새로운 업데이트 방식으로 구한 [Fig.2]의 왼쪽 그림이 연산시간뿐만 아니라 격자지도 형성이 올바르게 되고 있다.

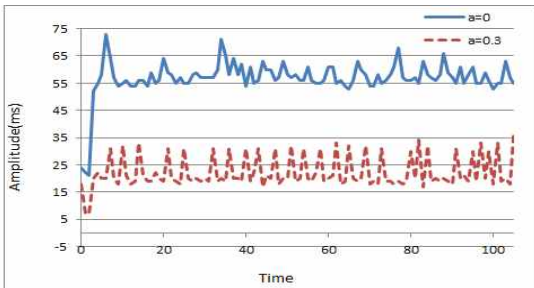
### 3. 함축적 원거리 격자지도

로봇의 속도가 빠를 경우에는 미리 먼 거리의 정보를 파악하면 장애물 회피가 가능하다. 하지만 원거리의 격자지도를 그리게 되면 연산시간이 늘어나게 되므로 이에 대한 해결책으로 거리에 따른 격자간의 간격을 조절함으로써 연산시간의 문제를 해결하였다. 격자간의 간격은 다음 공식으로 구한다.

$$x_i = \beta + ai + x_{i-1}, y_j = \beta + aj + y_{j-1} \quad (1)$$

위 식에서  $\beta$ 는 기본 격자간의 간격의 초기 값이고,  $i, j$ 의 배수로  $a$ 가 거리에 따른 격자간의 간격에 영향을 주는 상수이다.

로봇의 속도가 빠를 경우 장애물 회피를 위해 전방 80m의 격자지도를 나타내는 것을 생각해 보자.  $\beta$ 를 20cm라고 가정하면 기존의 일정한 간격으로 만들려면  $400 \times 400$ 의 격자를 생성하여야 하지만 식 (1)을 이용하면



$a$  값에 따라 생성되는 격자의 수를 줄일 수 있으므로 연산시간을 줄이는 것이 가능하다.

Fig. 3 Processing time according to parameter  $a$   
Table 2 Comparison of processing time

$a$	0	0.3
평균계산시간(ms)	56.820	22.179
상대적 시간	2.562	1

### 4. 결론

이번 연구에서 다루었던 내용은 전방을 보는 센서의 거리정보를 이용하여 함축적 원거리 격자지도 생성을 하는 것이었다. 연산시간은 함축적 원거리 격자지도를 생성할 경우 성능이 우수하다. 따라서 실시간으로 로봇의 움직일 때 장애물에 미리 대응을 하기 위해서는 이와 같은 방법이 연산시간을 줄이고 즉시 대응하기에 좋은 것으로 판단된다. 그리고 Raw Data를 사용하여 Forward Looking의 격자지도를 생성할 경우에는 Inverse Sensor Model을 사용하기에 적합하지 않고 사용하기 위한 방법으로는 클러스터링을 통한 방법 또는 센서를 약간 지면으로 기울이면 도로를 연속적으로 감지할 것이므로 가능할 것으로 생각된다.

추가적으로 전방을 보는 격자지도 생성시 도로경계의 점유된 격자가 연속적으로 나타나지 않는 문제점이 있다. 추가적인 필터링 기술을 이용하거나 업데이트를 할 때 추가적인 데이터 처리가 요구된다.

### 후기

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

### 참고문헌

1. Sebastain Thrun, D.Fox, and W.Burgard, "Probabilistic Robotics". MIT Press, 2005
2. Sebastian Thrun, *Learning Occupancy Grid Maps With Forward Sensor Models*. 2003. Springer. Journal Article
3. 적외선 레인지파인더 센서를 이용한 이동 로봇용 환경지도 작성, 제 4 장 이동로봇용 환경지도 작성, 김현희