

Laser Rangefinder를 이용한 로봇의 추정위치 보정

*김효신, 한경룡, 이진수
 포항공과대학교 전자전기공학과
 e-mail : {foruever, sidabari, jsoo}@postech.ac.kr

Compensation of the Location Estimated using Laser Rangefinder

*Hyosin Kim, Kyung L. Han, Jin S. Lee
 Department of Electronic and Electrical Engineering
 Pohang University of Science and Technology

Abstract

Because a laser rangefinder can fail to measure extreme points of features, the localization using these data is inaccurate. This paper introduces the method to compensate error caused by the failure of measurement when we localize the robot using laser rangefinder and known features. This method is verified experimentally.

I. 서론

이동로봇은 청소용 로봇을 비롯해서 각종 서비스 로봇, 탐사용 로봇 등 사용 범위가 확대되고 있다. 이에 따라 각종 환경에 로봇이 대응하기 위한 장애물 회피, 경로생성, SLAM과 같은 방법들이 연구되고 있으며 주변 환경을 인식하고 각종 특징들을 알아내기 위해 초음파센서, laser rangefinder, 비전 센서 등 다양한 센서들이 사용되고 있다. 본 논문에서는 laser rangefinder를 사용하여 알려진 주변 환경으로부터 로봇의 위치를 추정 할 때 발생할 수 있는 문제와 그에 따른 추정위치 보정방법을 제안하고, 실제 laser rangefinder에 적용하여 결과를 확인한다.

II. 본론

2.1 Localization

특정 물체의 절대좌표와 로봇에서 측정하였을 때의 좌표 사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다[1].

$$\begin{bmatrix} L_x \\ L_y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 10 - R_x \\ 01 - R_y \\ 00 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \\ 1 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

위의 식에서 L_x 와 L_y 는 로봇에서 측정하였을 때의 좌표이고 G_x 와 G_y 는 절대좌표이다. R_x 와 R_y 는 로봇의 이동위치를 나타내며 θ 는 로봇의 heading angle이다. (1)에서 미지수가 3개이므로 두 곳의 절대좌표를 알아야 로봇의 이동위치와 heading angle을 알아 낼 수 있으며 방법은 다음과 같다.

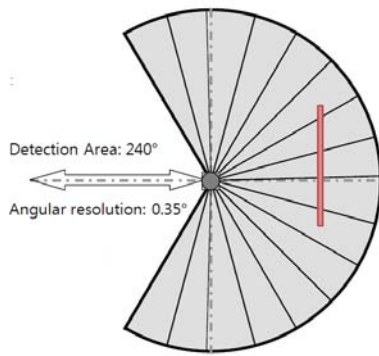
$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{(G_{x1} - G_{x2})(L_{x1} - L_{x2}) + (G_{y1} - G_{y2})(L_{y1} - L_{y2})}{(L_{x1} - L_{x2})^2 + (L_{y1} - L_{y2})^2} \right), \quad (2)$$

$$R_x = G_{x1} - L_{x1}\cos\theta + L_{y1}\sin\theta, \quad (3)$$

$$R_y = G_{y1} - L_{x1}\sin\theta - L_{y1}\cos\theta. \quad (4)$$

2.2 Laser rangefinder

Laser rangefinder는 특정 범위 안에 일정 각도로 laser를 조사하여 주변 환경에 대한 정보를 얻는다. 실험에서 사용한 laser rangefinder는 240도 범위를 약 0.35도로 나누어 스캔하게 되는데, <그림 1>과 같이 특정 물체의 끝이 스캔범위의 사이에 존재하게 되면



<그림 1> Laser rangefinder의 detection area.

물체의 길이가 실제보다 짧게 인식된다. 해상도가 더 좋아지게 되면 보다 실제에 가깝게 인식되지만 문제는 여전히 존재하게 되며, 이 때문에 <그림 1>에서 물체 양쪽 끝을 절대좌표로 잡아서 로봇의 위치를 (2), (3), (4)를 이용하여 추정 할 경우 오차가 생기게 된다.

2.3 오차 보정

Laser rangefinder의 해상도 문제로 생긴 오차를 보정 해 주는 방법은 다음과 같다.

$$L_{x1a} = L_{x1} + d \frac{r_1}{r_1 + r_2} \cos\alpha, \quad (5)$$

$$L_{y1a} = L_{y1} + d \frac{r_1}{r_1 + r_2} \sin\alpha, \quad (6)$$

$$L_{x2a} = L_{x2} - d \frac{r_2}{r_1 + r_2} \cos\alpha, \quad (7)$$

$$L_{y2a} = L_{y2} - d \frac{r_2}{r_1 + r_2} \sin\alpha. \quad (8)$$

where

$$d = \frac{\sqrt[3]{(G_{x1} - G_{x2})^2 + (G_{y1} - G_{y2})^2}}{\sqrt[3]{(L_{x1} - L_{x2})^2 + (L_{y1} - L_{y2})^2}},$$

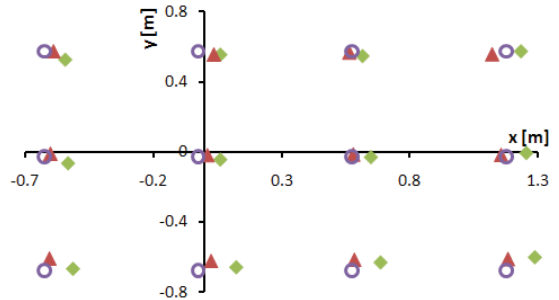
$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{L_{y1} - L_{y2}}{L_{x1} - L_{x2}} \right), \quad r_1 = \sqrt[3]{L_{x1}^2 + L_{y1}^2}, \quad r_2 = \sqrt[3]{L_{x2}^2 + L_{y2}^2}.$$

(5), (6), (7), (8)로 (2), (3), (4)의 L_{x1} , L_{y1} , L_{x2} , L_{y2} 를 대체하게 되면 보정된 로봇의 추정위치를 얻을 수 있다.

III. 실험

실제 laser rangefinder를 이용하여 로봇의 위치를 추정해보았다. 1m 길이의 장애물을 원점에서 1.5m 거리에 x축과 평행하게 놓고 장애물의 양 끝을 기반으로 로봇의 위치를 추정하였다. 이 때 장애물의 양 끝을 인식하도록 하는 방법은 [2], [3]의 feature extraction을 사용하였다. <그림 2>에 12곳에서 위치추정 결과가 나타나 있으며, 오차 보정 후의 위치가 보정 전보다 실제위치에 가까움을 확인 할 수 있다. 보정 전의

실제위치와 추정위치의 차이는 평균 0.095m이었으며, 보정 후 차이가 0.044m로 줄어들었다.



<그림 2> 각 위치에서 로봇의 실제위치(○), 보정하지 않은 추정위치(◇), 보정 후 추정위치(▲).

IV. 결론 및 향후 연구방향

Laser rangefinder를 사용하는 이동로봇 실험시에 위치 추정오차가 많아 본 논문에서는 Laser rangefinder의 위치추정 오차 보정방법을 제안하고 적용하였다. 실제 로봇에 적용하여 실험 해 본 결과 추정오차가 많이 줄어들음을 확인 할 수 있었다. 이후 여전히 존재하는 오차를 줄이는 방법을 개발하고 SLAM과 같은 알고리즘에 오차 보정방법을 적용할 계획이다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신 인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

- [1] K. S. Fu, "Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence", McGraw-Hill Book Company, 1987.
- [2] Young D. Kwon, "A Study on the Stochastic Map Building Method and the Intelligent Navigation Algorithm for Mobile Robot", Ph.D. Thesis, POSTECH, 1999.
- [3] Min Koo Kang, "Simultaneous Localization and Map Building for Autonomous Navigation of the Mobile Robot", Ph.D. Thesis, POSTECH, 2005.