

## Experiment 2, Occupancy grid map & MCL

박창규

2019년 4월 12일

## Abstract

이번 실험에서는 mobile robot에 부착된 2D lidar sensor를 사용하여 얻은 range 데이터와 robot의 odometry를 데이터를 사용하여 occupancy grid map을 제작하고, Monte carlo localization(MCL) algorithm을 이용하여 생성한 robot의 potential location particle들 중 제작한 map과 2D lidar sensor data를 비교하여 높은 확률을 가지는 particle을 위주로 위치를 추정하여 robot의 location을 찾는 실험을 진행했습니다. 실험 과정에서 기준 점의 변경에 따른 데이터의 처리, 각 모듈 사이의 기하학적 위치의 반영 방법, occupancy grid map과 MCL에 대해 학습하였습니다.

## Contents

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Robot mapping . . . . .	1
1.2	Map generation & localization . . . . .	1
1.3	Occupancy Grid Map . . . . .	2
1.4	Monte Carlo Localization . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Experiment</b>	<b>2</b>
2.1	Experimental system . . . . .	2
2.2	Code explanation . . . . .	2
2.2.1	Map generation part . . . . .	2
2.2.2	Localization part . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Result</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>2</b>

# 1 Introduction

## 1.1 Robot mapping

Robot mapping은 robot navigation 중 한 부분으로 환경속에서 움직이는 robot이 해당 환경을 인식하기 위해서 환경을 공간정보에 기반하여 modeling 하고 시간에 따라 유지하는 것입니다. 환경의 인식의 한 예로 robot이 자신 혹은 환경 속에 존재하는 다른 물체의 위치추정과 장애물의 인식이 있습니다. Mapping을 통해서 robot은 outdoor 혹은 indoor 환경에서 자신의 위치를 알고 임무를 수행할 수 있습니다.

환경의 인식은 두가지 종류의 정보를 통해 이루어집니다. 첫째는 스스로의 동작을 통해 얻을 수 있는 idiothetic 정보입니다. 예를 들어, 바퀴의 회전수를 측정하고 측정한 데이터를 dead reckoning하여 얻는 odometry와 같이 internal sensor를 통해 얻을 수 있는 정보입니다. 둘째는 robot 외부에 부착된 센서를 통해 얻는 allothetic 정보입니다. 예를 들어, 카메라, laser, lidar와 같은 external sensor들을 통해 얻는 정보입니다.

위 두가지 정보를 활용하여 그림 2와 같이 mapping을 진행합니다. robot mapping의 진행 과정은 internal과 external sensor로부터 얻은 데이터를 통해 robot의 position을 갱신하고 map의 spatial model을 생성하는 것입니다.

## 1.2 Map generation & localization

이 실험에서는 inertial measurement unit(IMU)와 encoder를 통해 얻은 데이터를 dead reckoning한 odometry와 2D lidar sensor를 통해 얻은 환경의 range measurment를 활용하여 robot mapping을 진행하였습니다.

Robot mapping은 map generation과 localization 두 부분으로 나누어서 진행하였습니다. 우선 map generation은 그림 3과 같습니다. Internal sensor data를 통해 position을 갱신하고 external sensor와 position 데이터를 통합하여 map의 spatial model을 만듭니다. 다음으로 localization은 그림 4와 같습니다. External sensor로부터 얻은 데이터와 map의 spatial model을 비교하여 robot의 location 정보를 추정하고 internal sensor를 통해 position 정보를 갱신하는 과정을 지속적으로 반복하며 map 상에서 로봇의 위치를 찾습니다.

실험에서 사용한 map generation 방법은 Occupancy grid map이고, localization방법은 Monte carlo localization입니다.

Table 1: Map generation & Localization method using in experiment

Process	Method
Map generation	Occupancy grid map
Localization	Monte carlo localization

### 1.3 Occupancy grid map

Occupancy grid map이란, robot position을 알때 noisy하고 uncertain한 sensor measurement를 통해 map generation을 하는 알고리즘입니다. 실제 map의 각 공간을 몇 개의 cell로 나눈 Grid map을 기반으로 합니다. Binary random variable probability를 통해 표현하며 실제 환경으로부터 센서를 통해 수집하는 sample을 사용하여 해당 부분의 물체 점유여부를 확률로 표시합니다.

대략적인 과정은 다음과 같습니다. 실험과 같이 range measurement를 사용한 mobile robot의 경우를 가정하여 설명하겠습니다. 우선 맵을 생성할 grid를 가정합니다. 다음으로 환경에서 robot을 작동하며 range measurement를 수집합니다. 현재 robot의 초기 위치에 대한 position과 pose가 known이기 때문에 이를 기준으로 수집한 데이터에 해당하는 grid 영역을 업데이트합니다. 업데이트하는 방식은 초기 점유함과 비어있음의 상태가 각각 0.5의 확률을 가지는 상황에서 물체가 점유하고 있는 영역은 점유되었음에 해당하는 확률의 값을 높여주고 반대로 비어있는 영역은 비어있음에 해당하는 확률의 값을 높여줍니다. Binary random variable이기 때문에 두 확률값의 합은 항상 1입니다. Robot이 작동하며 각 위치에서 얻는 데이터들을 sample로 grid map을 계속해서 업데이트합니다.

### 1.4 Monte Carlo Localization(MCL)

MCL은 particle filter를 이용해서 로봇의 location을 찾는 알고리즘입니다. 맵이 주어진 상태에서 해당 시점에 들어오는 센서 데이터와 맵을 비교해서 map에 대한 location과 orientation을 찾습니다.

pseudo code는 list와 같습니다. 맨 처음 robot의 location과 orientation을 map 상에 uniform distribution에 따르는 sample로 initialization을 합니다. 다음으로 initialized state에서 robot을 조종하는 control input을 이용하여 다음 state로 업데이트합니다. 다음 state에서 들어오는 measurement 값과 map을 비교하여 state의 distribution을 update하고 update한 distribution에 따라 state의 particle를 resampling합니다. 다음과 같은 recursive bayesian estimation을 통해 state의 particle들을 실제 distribution에 맞게 재조정하며 location과 orientation을 찾습니다.

## 2 Experiment

### 2.1 Experimental system

실험은 Occupancy grid map을 이용한 map generation과 MCL을 이용한 localization을 나누어서 진행하였습니다.

Map generation에서는 mobile robot의 2D lidar와의 transformation matrix, grid map의 resolution, odometry와 2D lidar 데이터가 주어졌습니다. 작성한 부분은 grid map 상에서 robot의 좌표 계산, robot과 센서 사이의 transformation matrix를 활용한 grid map 상의 occupied cell 좌표 계산, 해당 상태에서 occupied cell과 robot 사이의 unoccupied cell 좌표 계산과 occupancy grid map update입니다.

MCL에서는

## **2.2 Code explanation**

### **2.2.1 Map generation part**

### **2.2.2 Localization part**

## **3 Result**

## **4 Conclusion**

위키 robot navigation