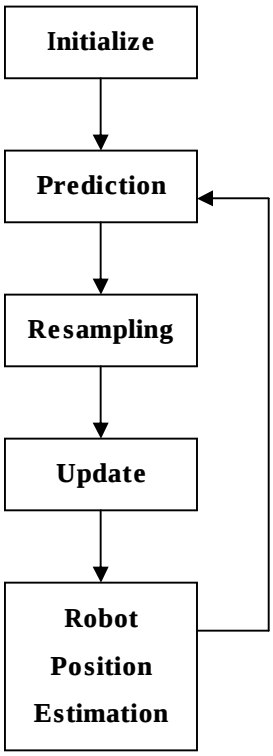
Laser Finder와 Particle Filter를 이용한 Localization

Localization 수행 과정은 다음과 같다.



N개의 **particle**이 **map**에 흩어져 있을 때,
그 중 하나의 **particle**이 가지는 데이터는 다음과 같다.

- **P_i: Position (x, y, Θ)**
- **p_i: Probability**

(1) Initialize

지도 안에서 **N**개의 무작위 **particle**을 생성한다.

- **Particle**의 위치값 **(x, y, Θ)**는 지도 내에서 랜덤하게 결정한다.
- **Particle**의 **probability**는 **1/N** 값으로 결정한다.

(2) Prediction

N개의 **particle**을 모바일 로봇의 변위만큼 이동한다 **(Kalman Filter**에서 **Act** 모델의 계산과

정 참고**).**

추가로 **particle**이 가지는 **variance**만큼의 비율로 **Gaussian random** 하게 이동한다**.**

$$P_i = P_i + \Delta P + \sqrt{V_i} \times gauss_rand()$$

- **P_i: particle**의 위치
- **ΔP: Mobility**의 이동량
- **V_i: Mobility**의 **variance**

(3) Resampling

모든 **particle**의 확률의 합이 **1**이 되도록 **normalize** 한다**.**

Particle의 확률을 **weight**로 변환한다**(Weight**의 비율에 따라 새로 생성되는 **particle**의 수가 결정됨**).**

$$W_i = round(N \times p_i)$$

- **W_i: Weight (0**보다 크거나 같은 정수**)**
- **N: Particle**의 개수
- **p_i: Particle**이 가지는 **probability**

기존 **particle**을 복제하여 **weight** 만큼의 새로운 **particle**을 만들어낸다**.**

(4) Update

Particle이 가지는 위치 **Position (x, y,** Θ**)**에서 **idela** 센서값과 측정**(real)** 센서값을 비교하여 **particle**이 존재할 확률을 계산한다**.**

$$p_j = \frac{e^{\frac{-(d_{ideal} - d_{real})^2}{2 \times v_{sensor}}}}{\sqrt{2p \times v_{sensor}}}$$

$$p_i = \frac{\Sigma p_j}{N_{sensor}}$$

- **d_{ideal}: ideal** 센서 값
- **d_{real}: real(**측정**)** 센서 값
- **v_{sensor}: Sensor**의 **variance**
- **p_j:** 하나의 센서에 대한 확률
- **p_i: particle** 확률
- **N_{sensor}: Sensor**의 개수

(5) Robot Position Estimation

모든 **particle**의 확률의 합이 **1**이 되도록 **normalize** 한다**.**

지도 상의 **particle**을 **x, y,** Θ 축으로 투영하여**, x, y,** Θ 축에 대한 **histogram**을 만든다**.**

- **Histogram**을 만드는 이유는 지도 상에서 **particle**의 최대 군집 위치를 찾기 위해서다
- **Histogram**에서 최대값을 가지는 각 축의 **x, y,** Θ 는 **(x_{max}, y_{max}, Θ_{max})**가 된다**.**

x, y, Θ 의 최대값에서 특정 범위 내에 드는 **particle**만 골라서 **particle Position** 평균을 구한다**.**

$$P_{sum} = \frac{\Sigma(P_i \times p_i)}{\Sigma p_i}$$

조건 $(|x_{\max} - x_i| < 1000, |y_{\max} - y_i| < 1000, |q_{\max} - q_i| < 15)$

- **P_i : particle**의 위치
- **p_i : particle**의 확률
- **P_{sum} : particle** 군집의 평균 위치

위에서 골라낸 **particle**로 **position**과 **variance**를 계산한다**.**

$$P_{robot} = P_{sum}$$

$$V_{robot} = \frac{(P_i - P_{sum})^2 \times p_i}{\Sigma p_i}$$

- **P_{robot} : Robot**의 추정 위치
- **V_{robot}: Robot**의 추정 **variance**
- **P_i : particle**의 위치
- **p_i : particle**의 확률
- **P_{sum} : particle** 군집의 평균 위치