

# Dynamic object detection of Map Based on proximity point of 3D Point Cloud

## 1. 연구개요

우리가 생활하는 일상 공간은 일반적으로 동적 요소를 포함한 역동적인 환경이 많다. 하지만, 이동로봇이 관측 내용을 기반으로 지도를 생성할 때, 동적 요소가 지도 내에 포함된다면 로봇의 자기위치추정의 정확성을 감소시키는 원인이 된다.

본 연구는 3D-Point Cloud의 근접점 특징에 기반한 로봇 자기위치추정의 정확도를 높이기 위해, 동적 요소에 대한 근접점을 식별하여 자기위치추정 시 제외하는 것을 목표로 한다.

고정된 물체에 대하여 로봇이 이동 후 근접점이 발생할 수 있는 영역을 해석하여, 로봇이 이동 후 동일 물체에 대한 근접점이 해당 영역 내에서 관측될 경우 신뢰도를 높이는 방식을 통해 고정된 물체에 대한 신뢰도를 갱신한다.

로봇자기위치 추정 시 관측한 근접점에 대해 신뢰도를 반영하여, 동체에 대한 근접점을 자기위치추정시 배제한다. 고정된 물체에 기반하여 자기위치를 추정함으로써 정확도가 향상될 것으로 기대되나, 정밀한 지도 데이터를 가진 환경 내에서 그 유효성을 검증할 필요가 있습니다.

## 2. 근접점

센서를 통해 관측한 3D-PointCloud에서 물체에 대한 점 중 관측 지점에서의 거리가 최소가 되는 점을 근접점으로 정의한다.

모바일 로봇의 상태를  $c = (p, R)$ 로 가정할 경우, 관측 PointCloud 내 어느 물체에 대한 점의 집합을  $O$ 라고 했을 때 아래의 조건을 만족하는 점  $r \in \mathbb{R}^3$ 을 근접점이라 한다. 여기서,  $p \in \mathbb{R}^3$ 는 로봇의 위치,  $R \in SO(3)$ 은 로봇의 방향을 나타낸다.

$$r = \arg \min_{p+Rr' \in o} \|r'\| \quad (o \in O)$$

근접점  $r$ 은 모바일 로봇의 상태  $c$ 에 대한 구면좌표( $d, \theta, \phi$ )로 표현된다. 여기서,  $d$ 는 관측 지점에서의 거리,  $\theta$ 는 관측 좌표계의 방위각,  $\phi$ 는 양각을 나타낸다. 근접점은 주변 물체까지의 거리, 방위각, 양각 등의 특징적인 정보를 포함하여, 데이터량이 방대한 PointCloud를 저차원화 하여 처리속도를 높이는데 유용하다.

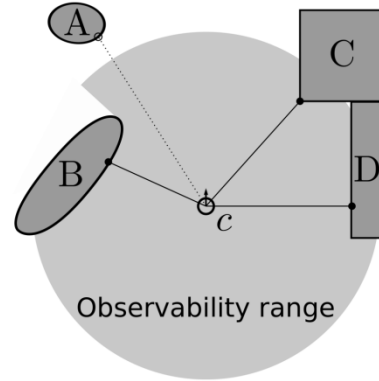


Fig.1 Proximity points in a 2D environment

## 3. 근접점을 이용한 자기위치추정

모바일 로봇이 관측한 근접점군과 지도의 근접점군을 매칭시켜, 근접점 간의 기하학적 오차를 이용하여 Weight를 갱신(Fig.2)하는 Particle Filter 방식으로 자기위치를 추정한다.



Fig.2 Weight update by geometric error

## 4. 동체 식별

근접점특징량의 정의에 따라, 시간  $t, t'(t < t')$ 의 로봇의 상태  $c, c'$ 와 시간  $t$ 에서의 근접점 정보를 통해  $t'$ 에 동일한 고정된 물체에 대해 근접점 추출이 가능한 영역(Fig.2)이 결정된다.

시간  $t'$ 에 근접점이 위의 영역 밖에 추출되면 해당 물체를 동체로 판단한다.

Fig.3은 로봇과 같은 방향으로 로봇보다 느린 속도로 움직이는 동체가 검출되지 않는 현상이며, 본 연구에서는 이 물체는 준동체로 정의한다.

동일 구간을 관측한 다수의 정보를 비교하여 관측 시점별 관측유무를 비교하여 관측 확률이 낮은 물체를 준동체로 판단한다.

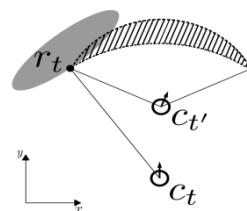


Fig.2 Region where  $r_t$  is likely to be observed

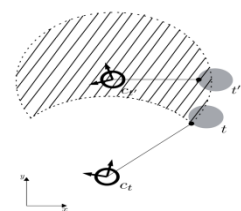


Fig.3 Moving Object slower than robot