

Dynamic object removal of Map Based on proximity point of 3D PointCloud

연구목적

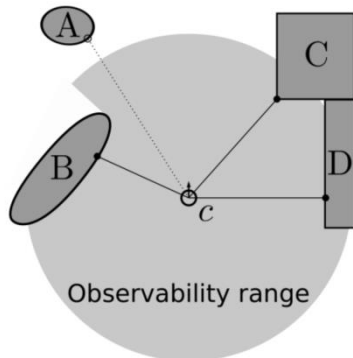
지도 및 관측 데이터 내의 동적 물체를 식별하여 로봇의 자기위치추정 정확도 향상

기존연구

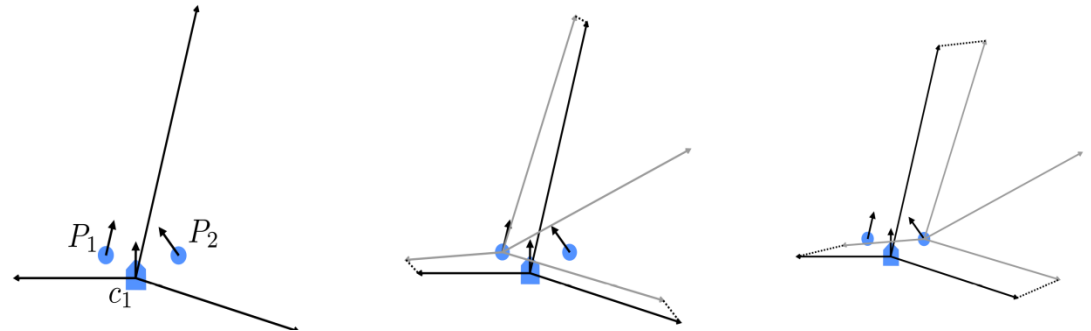
■ 주변 환경의 물체에 대해 검출된 *근접점에 기반한 로봇의 자기위치 추정

- 방안 : 센서를 통해 관측한 근접점 데이터와 지도내의 근접점을 매칭하여 산출된 기하학적 오차를 Weight Update에 사용하는 Particle Filter 기법 적용

* 근접점 : 센서를 통해 관측된 PointCloud에서 물체에 대한 점 중 관측 지점에서 거리가 최소가 되는 점을 근접점으로 정의



[근접점 모식도]



[기하학적 오차를 이용한 Weight Update]

- 특징

- . 데이터량이 방대한 PointCloud에서 특징점을 이용함으로 처리 속도 향상
- . 적은 데이터를 이용함으로 Noise(ex : Dynamic Object)에 민감함

Dynamic object removal of Map Based on proximity point of 3D PointCloud

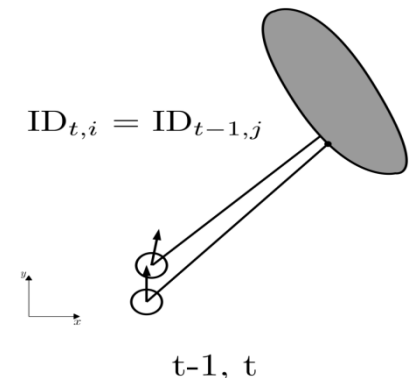
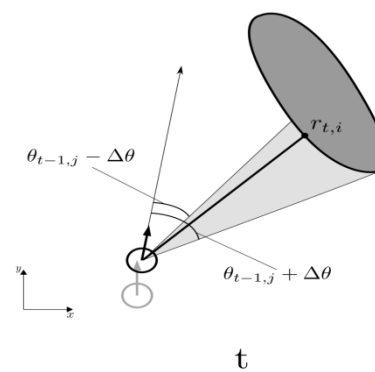
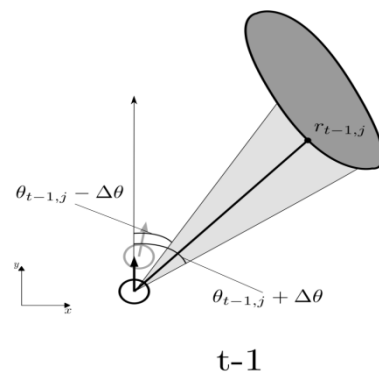
개발내용

■ 동일 물체에 대해 검출된 시계열 별 근접점 그룹화

- 목적 : 물체에 대한 시계열 별 근접점 검출 위치를 평가하여 물체 위치변화 산출
- 방안 : 검출된 근접점에 대하여 다음 시계열에서 근접한 위치에서 근접점이 검출 될 경우, 동일한 ID(Labeling)를 부여하여 그룹화 ※ 아래와 같이 표현

$$ID_{t,i}, l_{t,i} = \begin{cases} ID_{t-1,j}, l_{t-1,j} + 1 & \text{if } |\theta_{t,i} - \theta_{t-1,j}| < \Delta\theta \\ & , |\phi_{t,i} - \phi_{t-1,j}| < \Delta\phi \\ & , |d_{t,i} - d_{t-1,j}| < \Delta d \\ ID_{\max} + 1, 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$ID_{t,i}$: 시각 t에 관측된 i번째 근접점의 ID, l : 관측유지 스텝 수,
 θ : 방위각, ϕ : 양각, d : 관측점으로 부터의 거리



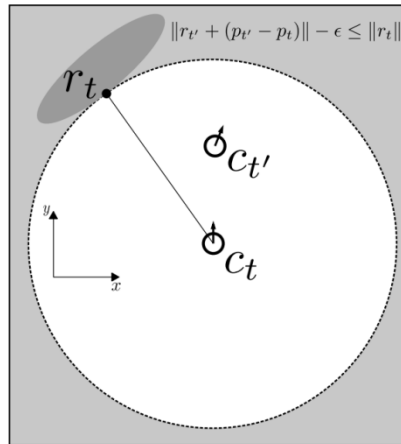
[근접점 ID Setting]

Dynamic object removal of Map Based on proximity point of 3D PointCloud

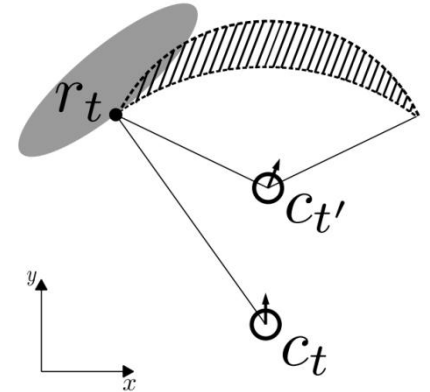
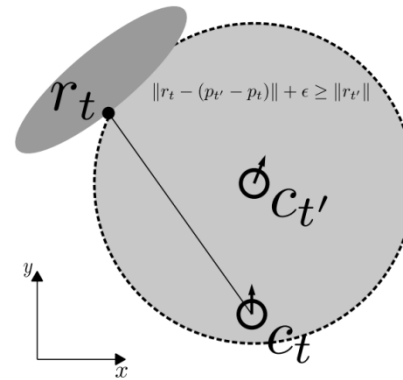
개발내용

■ 물체에 대해 검출된 근접점 특성을 이용한 Dynamic Object 식별

- 목적 : 지도/관측 데이터의 Dynamic Object 식별을 통한 위치추정 정확도 향상
- 방안 : 근접점 정의에 따라 시간 t , $t'(t < t')$ 의 로봇의 상태 c , c' 와 시간 t 에서의 근접점 정보를 통해 t' 에 동일 고정된 물체에 대해 근접점 검출이 가능한 영역이 결정된다. 시간 t' 에 근접점이 위의 영역 밖에 검출된다면 해당 물체를 Dynamic Object로 판단



[근접점 정의에 따른 거리조건]



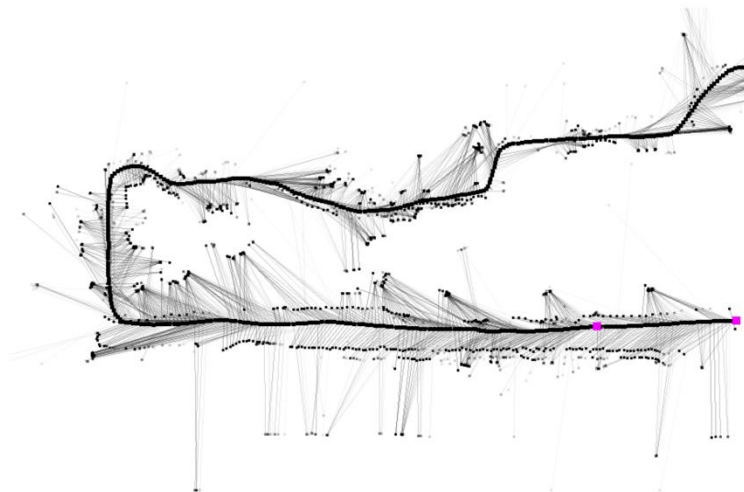
[근접점 검출 가능 영역]

Dynamic object removal of Map Based on proximity point of 3D PointCloud

개발결과

■ 'Tsukuba Challenge' 대회 코스 주행을 통한 검증

- 결과 : 근접점 지도를 구성하는 근접점 수가 약 80% 줄어들었으나, 로봇주행 시 자기위치추정 Error로 인한 경로이탈 발생 횟수가 감소
해당 코스에 대한 정확한 환경지도 미비로 자기위치추정 정확도의 수치적 비교는 불가하였으나, 정확도가 향상된 것을 간접적으로 검증



[Before]



[After]