

MASTER PROFESSIONNEL RAIA

TRAVAUX PRATIQUES

Atelier Robots Mobiles

TPN°5 : Cartographie et localisation simultanée avec la méthode de SLAM

Date : ----- **Classe :** ----- **Durée : 3h**

	<i>Nom & Prénom :</i>	<i>AB/PR</i>	<i>Mot/Part</i>	<i>TP N°</i>	<i>Total</i>
1	-----		/10	/10	/20
2	-----		/10	/10	/20
3	-----		/10	/10	/20

Objectifs du TP :

- ✓ -----
- ✓ -----
- ✓ -----

Conditions de réalisation et moyens :

- ✓ -----
- ✓ -----
- ✓ -----

Objectifs :

- Mettre en œuvre l'algorithme de SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) pour construire une carte de l'environnement et suivre la trajectoire d'un robot mobile à l'aide de données Lidar simulées
- Apprendre à utiliser la bibliothèque de traitement de données Lidar de Matlab.
Visualiser la carte de l'environnement et la trajectoire du robot mobile à l'aide de Matlab

I- Introduction :

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) avec Lidar est une méthode de traitement de données qui utilise un Lidar (Light Detection and Ranging ou laser imaging detection and ranging) pour effectuer la localisation et la cartographie en temps réel dans un environnement inconnu [1], [2], [3]. Le Lidar émet des faisceaux laser qui rebondissent sur les objets environnants et sont captés par un récepteur. En utilisant les temps de vol des impulsions laser, le Lidar peut estimer la distance et la position des objets environnants.

Le principe de SLAM avec Lidar est de combiner les mesures de distance et les positions des points mesurés par le Lidar avec les mouvements du robot pour estimer la position et la carte de l'environnement. La localisation est effectuée en comparant les observations de Lidar actuelles avec les observations précédentes pour estimer la position du robot. La cartographie est effectuée en utilisant les données Lidar pour construire une carte de l'environnement à partir des points mesurés.

Les algorithmes de SLAM avec Lidar utilisent des techniques probabilistes telles que les filtres de Kalman étendus (EKF), les filtres de particules, les graphes de poses et les algorithmes d'optimisation pour estimer la position du robot et construire la carte de l'environnement. Les algorithmes de SLAM avec Lidar peuvent être classés en deux catégories principales : SLAM en ligne et SLAM hors ligne.

Le SLAM en ligne utilise les mesures Lidar en temps réel pour construire une carte de l'environnement et estimer la position du robot en temps réel. Les algorithmes de SLAM en ligne les plus couramment utilisés sont le filtre de Kalman étendu (EKF), le filtre de particules et les graphes de poses.

Le SLAM hors ligne utilise les mesures Lidar collectées dans le passé pour construire une carte de l'environnement et estimer la trajectoire du robot. Les algorithmes de SLAM hors ligne les plus couramment utilisés sont les algorithmes de graphes de poses et les algorithmes d'optimisation basés sur la factorisation en matrice non négative.

Le SLAM avec Lidar est largement utilisé dans les applications de robotique mobile, notamment pour la navigation autonome, la cartographie de l'environnement et la reconnaissance d'objets. Il est également utilisé dans des applications telles que la télédétection, l'arpentage, la surveillance environnementale et la reconnaissance de formes.

II- Mise en œuvre de l'algorithme de SLAM avec le capteur Lidar :

Le code Matlab ci-dessus est un exemple de l'utilisation de la bibliothèque Robotics System Toolbox [4] pour construire une carte de l'environnement à l'aide de l'algorithme Lidar SLAM. En utilisant des données de scan de lidar préenregistrées, le code charge les scans, exécute l'algorithme SLAM, optimise la carte et affiche la carte optimisée ainsi que la trajectoire du robot.

TP détaillé :

1. Ouvrir Matlab et créer un nouveau script.
2. Copier le code Matlab ci-dessus et coller-le dans le script.
3. Exécuter et interpréter (utiliser le « Help » du Matlab) chaque ligne de code dans l'ordre suivant :

3.1. Charger les données de scan de laser préenregistrées :

```
load('offlineSlamData.mat');
```

3.2. Définir les paramètres de l'algorithme Lidar SLAM:

```
maxLidarRange = 8;  
mapResolution = 20;  
slamAlg = robotics.LidarSLAM(mapResolution, maxLidarRange);  
slamAlg.LoopClosureThreshold = 210;  
slamAlg.LoopClosureSearchRadius = 8;
```

3.3. Observer le processus de construction de la carte avec les 10 scans initiaux :

```
for i=1:10  
    [isScanAccepted, loopClosureInfo, optimizationInfo] =  
    addScan(slamAlg, scans{i});  
    if isScanAccepted  
        fprintf('Added scan %d \n', i);  
    end  
end
```

3.4. Visualiser la carte et le graphe de pose correspondant aux 10 scans initiaux :

```
figure;  
show(slamAlg);  
title({'Map of the Environment', 'Pose Graph for Initial 10  
Scans'});
```

3.5. Observer l'effet des boucles de fermeture et du processus d'optimisation :

```
firstTimeLCDetected = false;  
figure;  
for i=10:length(scans)  
    [isScanAccepted, loopClosureInfo, optimizationInfo] =  
    addScan(slamAlg, scans{i});  
    if ~isScanAccepted
```

```

        continue;
    end
    if optimizationInfo.IsPerformed && ~firstTimeLCDetected
        show(slamAlg, 'Poses', 'off');
        hold on;
        show(slamAlg.PoseGraph);
        hold off;
        firstTimeLCDetected = true;
        drawnow
    end
end
title('First loop closure');

```

3.6. Visualiser la carte optimisée et la trajectoire du robot :

```

figure
show(slamAlg);
title({'Final Built Map of the Environment', 'Trajectory of the Robot'});

```

3.7. Construire une carte d'occupation :

```

[scans, optimizedPoses] = scansAndPoses(slamAlg);
map = buildMap(scans, optimizedPoses, mapResolution,
maxLidarRange);

```

3.8. Visualiser la carte d'occupation avec le graphe de pose optimisé :

```

figure;
show(map);
hold on
show(slamAlg.PoseGraph, 'IDs', 'off');
hold off
title('Occupancy Grid Map Built Using Lidar SLAM');

```

III- Mettre en œuvre la localisation et la cartographie simultanées en ligne (SLAM) avec les analyses Lidar :

Chercher l'exemple intitulé « Implement Online Simultaneous Localization And Mapping (SLAM) with Lidar Scans » [5] dans le centre de documentation de Matlab. Une fois que vous avez trouvé cet exemple, créez un nouveau script dans votre environnement Matlab.

Ensuite, exécutez chaque ligne de code de cet exemple dans l'ordre en utilisant l'aide (« Help ») de Matlab pour interpréter le fonctionnement de chaque instruction.

Bibliographies :

- [1] Durrant-Whyte, H., & Bailey, T. (2006). Simultaneous localization and mapping: part I. IEEE Robotics & Automation Magazine, 13(2), 99–110. doi:10.1109/mra.2006.1638022
- [2] Bailey, T., & Durrant-Whyte, H. (2006). Simultaneous localization and mapping (SLAM): part II. IEEE Robotics & Automation Magazine, 13(3), 108–117. doi:10.1109/mra.2006.1678144
- [3]<https://fr.wikipedia.org/wiki/Lidar>
- [4] Matlab R2018b Documentation Center “Implement Simultaneous Localization And Mapping (SLAM) with Lidar Scans “
- [5] Matlab R2018b Documentation Center “Implement Online Simultaneous Localization And Mapping (SLAM) with Lidar Scans”