

ETAT DE L'ART – LIDAR

QU'EST CE QUE LE LIDAR ?

Le LiDAR (Light Detection And Ranging) est un système qui émet une lumière laser dans l'environnement et détecte les rayons de réfléchis. Ensuite, en mesurant le temps entre l'émission du laser et sa détection, il calcule la distance entre l'objet et le capteur.

QU'EST-CE QUE LE SLAM MAPPING ?

Le SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) est une méthode de cartographie technologique qui permet aux robots ainsi que d'autres véhicules autonomes de construire une carte et de se localiser sur cette carte.

À l'aide d'un large éventail d'algorithmes, de calculs et d'autres données sensorielles, les systèmes logiciels SLAM permettent à ce robot de tracer une trajectoire dans un environnement inconnu tout en identifiant simultanément sa propre position dans cet environnement.

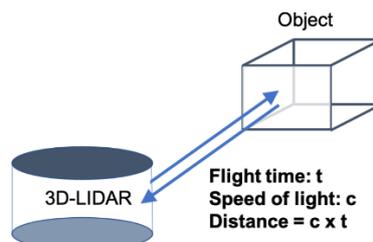


Figure 1: Comment un LiDAR mesure la distance entre le capteur et l'environnement

Ci-dessous un flux de processus générique montrant comment fonctionne un SLAM LIDAR. Bien évidemment, des processus plus complexes peuvent être trouvés dans de nombreuses variantes de SLAM LIDAR, mais nous présentons un exemple simple.

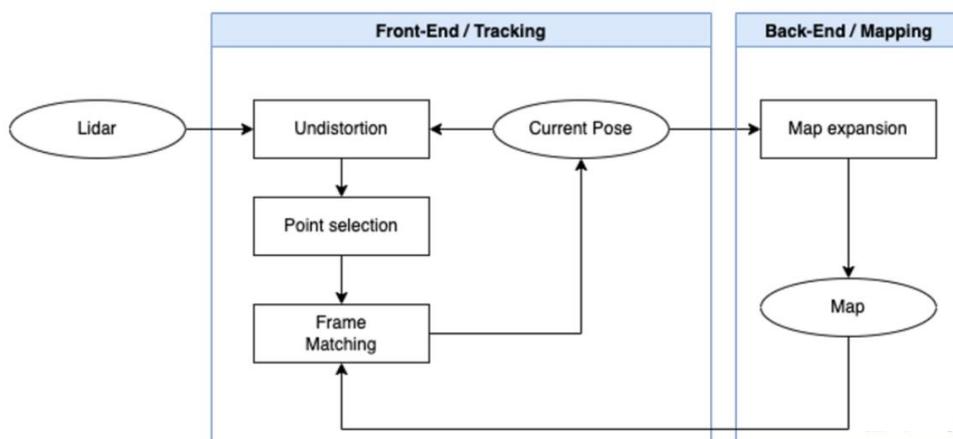


Figure 3: Schéma générique du SLAM LiDAR

FONCTIONNEMENT:

- **La non-distorsion:**

La première étape consiste à omettre les distorsions des points obtenus à partir de chaque balayage. Si l'on projette simplement les points d'un balayage dans l'espace en utilisant le calcul simple suivant : $\text{Distance} = c \times t$, on obtient une représentation floue de l'environnement. En effet, dans les applications nécessitant le SLAM, à l'instar de la conduite autonome, les LiDARs se déplacent pendant chaque balayage et, par conséquent, la distance entre le capteur et l'objet varie au cours d'un même balayage. Il faut ainsi en tenir compte pour obtenir une représentation plus nette de l'objet. Afin d'enlever ces déformations, le SLAM prédit le mouvement du capteur. En fait, le SLAM prend en compte le léger changement de position du capteur lors de chaque balayage pour calculer une position plus précise de chaque point.

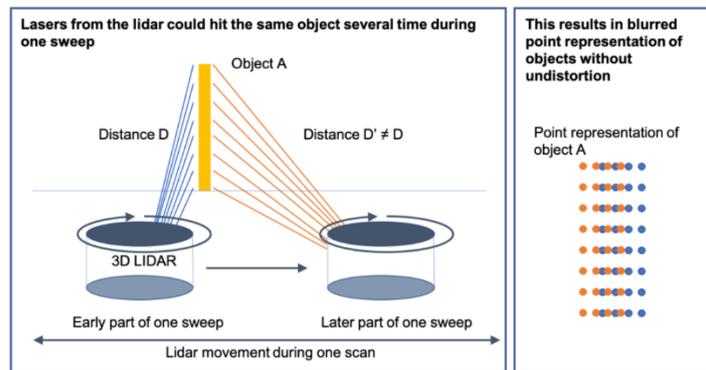


Figure 3 : Mécanisme de génération de points flous dans un balayage sans distorsion

- **Sélection des points:**

Une fois que le système SLAM a déformé les points en un seul balayage, il identifie les points à utiliser pour estimer sa position et orientation. Ce processus implique également la "voxélisation" pour accélérer le processus de calcul. Il traite l'espace 3D comme un groupe de petits espaces 3D. Ensuite, le système ne retient que le ou les points représentatifs de chaque voxel.

- **Correspondance des cadres :**

Il s'agit du processus final pour obtenir le couple position-orientation. Dans cette étape, le système SLAM obtient ce couple en faisant correspondre l'image actuelle à l'image ou aux images de référence. Le ou les cadres de référence peuvent être le cadre précédent, les quelques cadres précédents ou la carte générée jusqu'à présent.

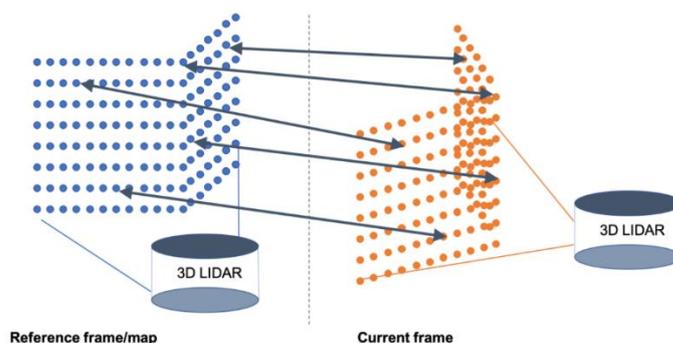


Figure 4: Correspondances entre le cadre actuel et le cadre de référence/la carte

Une fois que le système a défini les correspondances, il résout la question suivante : "Afin d'aligner toutes les correspondances entre l'image actuelle et la référence aussi près que possible, que doivent être la position et l'orientation actuels du capteur ?". Ce processus est appelé "scan matching" et implique de nombreuses itérations de calcul pour tenter de minimiser la distance entre les correspondances. Sans entrer dans les détails, les principales approches sont NDT (signifiant Normal Distributions Transform), et ICP, qui fait référence à Iterative Closest Point).

Ce processus de correspondance des images est le mécanisme d'où provient l'erreur. Si le système définit un point totalement différent de l'image actuelle et de la référence, il introduit une erreur d'estimation. S'il ne peut pas aligner les images avec précision, cela est alors considéré comme une autre cause d'erreur.

- **Extension de la carte:**

L'étape suivante est l'expansion de la carte - que beaucoup considèrent comme beaucoup plus simple. Il n'y a qu'un seul bloc dans "l'expansion de la carte". Le système SLAM comprend maintenant non seulement la pose actuelle du LiDAR, mais aussi les positions de tous les points de l'image actuelle dans l'espace 3D. En utilisant la position de chaque point, le système ajoute les points à la carte existante. Cette carte peut maintenant être utilisée pour le processus de "correspondance de l'image" dans l'estimation de la position suivante si elle compare l'image et la carte.