

## 1. La définition de nuage de point

Un nuage de points est un ensemble de données de points dans l'espace pouvant représenter une forme ou un objet 3D, généralement acquis par un scanner 3D. La position de chaque point dans le nuage de points est décrite par un ensemble de coordonnées cartésiennes  $(X, Y, Z)$  ( $X, Y, Z$ ), certaines peuvent contenir des informations de couleur  $(R, G, B)$  ( $R, G, B$ ) ( $R, G, B$ ) ou des informations sur l'intensité de la surface réfléchissante de l'objet (Intensité). L'acquisition des informations d'intensité est l'intensité de l'écho collectée par le dispositif de réception du scanner laser. Ces informations d'intensité sont liées au matériau de surface, à la rugosité, à la direction de l'angle d'incidence de la cible, ainsi qu'à l'énergie d'émission et à la longueur d'onde laser de l'instrument.

Habituellement, le nombre de points obtenus à l'aide d'une machine de mesure de coordonnées 3D est relativement faible et la distance entre les points est relativement grande, ce qui est appelé nuage de points clairsemé ; tandis que le nuage de points obtenu à l'aide d'un scanner laser 3D ou d'un scanner photographique a un nombre relativement important de points et un nombre relativement important de points Denses, appelé nuage de points dense.

## 2. Du nuage de point clairsemé au nuage de point dense.

### Une idée pour la densification des nuages de points

L'idée de cette thèse est empruntée au PointPainting, qui est en fait un épaississement du nuage de points laser en utilisant les résultats de la segmentation des instances de l'image.

Le PointPainting consiste à obtenir le résultat de la segmentation de l'image puis à projeter le nuage de points sur l'image pour obtenir l'étiquette de chaque point correspondant à la segmentation de l'image.

En supposant que le nuage de points original est  $N \times 3$ , une étiquette de segmentation d'image à une dimension supplémentaire est ajoutée, devenant  $N \times 4$ . Le nuage de points est ensuite traité avec un algorithme de traitement de nuage de points conventionnel, basé sur Point, Voxel ou BEV.

Encore une fois, le nuage de points est projeté sur l'image, mais cet article va dans l'autre sens. Les auteurs suggèrent qu'un inconvénient des nuages de points est qu'ils sont trop épars, par exemple, seuls quelques points laser sont touchés sur une voiture, alors que les pixels de l'image sont tous "touchés". Une méthode est donc proposée pour épaissir le nuage de points en fonction des pixels denses.

La première étape consiste à effectuer une segmentation d'instance de l'image en projetant des points laser sur l'image de sorte que plusieurs points laser soient projetés sur chaque instance de l'image.

Ensuite, les pixels de chaque instance sont échantillonnés de manière aléatoire (points rouges sur la figure c), associés au pixel projeté par le point laser (points noirs sur la figure c) en tant que plus proche voisin, et la profondeur du point laser sur l'association est considérée comme la profondeur du pixel actuel.

Enfin, ces points sont projetés dans le système de coordonnées du laser pour obtenir des

points lidar viraux, ce qui permet d'obtenir un effet de densification du nuage de points, qui est ensuite traité à l'aide de l'algorithme de traitement du nuage de points le plus répandu.

### **Trois façons d'envisager le traitement des nuages de points**

**Base de projection** : idées de traitement d'images 2D, projection de nuages de points en images 2D, par exemple, pour BEV, en utilisant des méthodes de détection 2D à partir de boîtes 3D, carte de projection de nuages de points d'entrée (plus combinée avec des images 2D), le réseau utilise le 2D-CNN traditionnel, typiquement MV3D. La compression de données en deux dimensions perd les relations spatiales, le nuage de points efficace à l'image est la clé de bons ou mauvais résultats de détection. La clé de bons résultats de détection est une conversion efficace du nuage de points en image, mais l'opération de conversion en image est simple à comprendre et les outils sont facilement disponibles.

**Voxel-base** : le voxel correspond au pixel, le voxel correspond au pixel, et une grille de taille fixe est dessinée dans l'espace pour former les voxels, ce qui est fait avec une convolution 3d. Voxels est une extension directe de CNN, très violente et simple à comprendre. Après voxélisation, il y a beaucoup de voxels sans points radar, et la pratique habituelle est de mettre leurs caractéristiques à 0. Après que 0 participe à la convolution, le résultat est toujours 0, ce qui est équivalent à aucune contribution, mais la nature clairsemée de ce voxel fait que beaucoup de convolution est inutile à calculer. Un autre problème est que le voxel est en 3D et le modèle de convolution est aussi en 3D, donc le calcul est plus lent qu'en 2D, et la direction du mouvement du noyau de convolution est aussi en 3D. Au fur et à mesure que la taille de l'espace augmente, le nombre de voxels croît de façon cubique, ce qui rend cette représentation des voxels non seulement lente mais aussi inutile pour un grand nombre de calculs, ce qui peut bien sûr être partiellement résolu par l'étude de la convolution éparsée. En outre, pointpillars supprime la dimension de l'axe z des voxels et utilise une convolution 2D pour résoudre le problème de vitesse. La voxélisation du nuage de points permet d'extraire les caractéristiques manuelles, puis de capter la FC, ce qui présente des limites importantes.

**Point-base** : opérations directes sur les nuages de points. En raison de la nature désordonnée des nuages de points, les opérations directes sur les nuages de points doivent être étudiées à partir de zéro, les principaux courants étant actuellement les séries PointNet et les séries de convolution graphique.

### **Deux algorithmes pour la densification des nuages de points**

- Il existe une classe d'algorithmes appelés MVS (Multi-View Stereos) qui se concentrent sur la continuité en profondeur pour chiffrer les nuages de points. Ce type d'algorithme est généralement lent, mais la continuité du nuage de points est meilleure.
- DSO abandonne essentiellement l'utilisation de la continuité en profondeur pour améliorer la vitesse de l'algorithme, la génération de nuages de points doit être très rapide.
- La plupart des algorithmes prennent la continuité en profondeur et l'erreur de projection comme des quantités optimisées en même temps

### **Introduction au logiciel de densification des nuages de points**

#### **CloudCompare**

est un logiciel de traitement de nuages de points 3D (Point Cloud), qui peut facilement utiliser

des fonctions telles que le calcul de vecteurs normaux, l'optimisation de vecteurs normaux, la construction de réseaux de Poisson, le filtrage, etc.

### **TerraSolid**

est le premier logiciel commercial de traitement de données LiDAR aéroportées au monde, développé par la société finlandaise TerraSolid et fonctionnant sur la plateforme Microstation. TerraSolid comprend quatre modules : Terra Scan, Terra Modeler, Terra Photo et Terra Match. Terra Scan est un module de base pour le traitement des données de nuages de points laser, permettant la navigation 3D des données de nuages de points, la personnalisation des catégories de nuages de points, la classification automatique/manuelle et la discrimination interactive des cibles 3D. Terra Modeler est principalement utilisé pour créer et éditer des modèles de surface, créer des cartes à mailles carrées, des cartes de pente, des rendus en couleur, etc., en supportant la création de profils, le traitement par lots des contours, le calcul des volumes et une variété d'options d'exportation ; Terra Photo est principalement utilisé pour produire des orthophotos, corriger les images pixel par pixel en fonction des valeurs d'élévation, lisser automatiquement la différence de couleur entre deux images, construire des modèles de triangulation de points laser en fonction de la surface, etc. Terra Match est principalement utilisé pour l'assemblage de bandes, la mise en correspondance automatique de bandes de trajets différents, la correction entièrement automatique de données de surface scannées au laser, etc.

### **03 LP360**

LP360 est un logiciel de traitement de données de nuages de points développé par GeoCue qui peut être exécuté de manière autonome ou intégré dans un environnement ArcGIS. Le logiciel prend en charge plusieurs méthodes d'affichage et de rendu des données de nuages de points, la visualisation multi-points de vue, l'importation et l'exportation de plusieurs formats de données ; il prend en charge le contrôle de la qualité des données et la génération de rapports ; il prend en charge la classification manuelle ou automatique des nuages de points, la production de produits numériques tels que le MNE, la pente, la direction de la pente, l'ombrage des montagnes, etc. ; il peut extraire automatiquement les bâtiments, les lignes centrales des chemins de fer, etc.