

Documentation projet S-Voxel

Eloi Grau

CNES / IRSTEA - eloi.grau@gmail.com

27 juillet 2014

Table des matières

I	Introduction	1
II	Exécution, Entrées / sorties	1
III	Interface homme Machine (IHM)	2
IV	modes de fonctionnement	3
V	principe du calcul de densité	4
VI	Annexes	5
VI.1	Format des fichiers (entree/sortie)	5
VI.2	exemple de fichier proprietes	6
VI.2.1	exemple général	6

I Introduction

Ce module est destiné à extraire des informations depuis des nuages de points issus de Lidar Terrestre (ou aéroportés). L'utilisation de la librairie RivLib fournie par Riegl, permet au module de fonctionner sur des projets RISCAN ou des fichiers .rxp isolés, et ainsi extraire les points, les directions de scan (même ceux n'ayant pas donné de retours) et les matrices de transformation. Le module peut donc calculer des densités de végétation par voxels (sphériques ou cubiques), en tenant compte de la distribution des tirs réels. Il peut aussi extraire les points d'un projet Riegl, et calculer la densité d'un nuage de points stocké en fichier texte.

II Exécution, Entrées / sorties

Les entrées/sorties et le mode de fonctionnement sont gérées à travers un fichier de paramètres du type « fichierProprietes » . L'exécution se fait à travers l'appel au programme suivi de l'option -i cheminVersFichier-Proprietes. Exemple :

```
/homeL/grau/voxelisation.exe -i /homeL/grau/scanLidarParametres.txt
```

Dans cet exemple, les paramètres du logiciel sont définis dans le fichier « proprietes », dont le chemin est ici « /homeL/grau/scanLidarParametres.txt ». Ce fichier (voir annexe VI.2.1 page 6) comporte une association clé/-valeur par ligne (sauf ligne commençant par # ou vide) séparés par « : »(exemple : « typeMaillage :cubique »). Seules les valeurs (pas les clés) doivent être modifiées par l'utilisateur, pour spécifier au programme les entrées sorties. Certaines clés sont obligatoires, d'autres dépendent du mode de fonctionnement.

Il est aussi possible de fournir le chemin vers un fichier qui liste plusieurs fichiers « proprietes » (un chemin vers un « fichier propriétés » par ligne), à travers l'option -list. Exemple :

```
/homeL/grau/voxelisation.exe -list /homeL/grau/listeScansLidarParametres.txt
```

Les fichiers d'entrées sont au choix :

- fichier texte XYZ (en tete : matrice de transformation (SOP : « scan vers projet ») ; format : nbEchos dirX dirY dirZ distanceEcho1 distanceEcho2 distance echo3)
- projet RiScan + nom du scan (par exemple : ScanPos005)
- projet RiScan
- fichier RiScan (.rxp) isolé

Les sorties possibles sont :

- les coordonnees des centres des mailles (X Y Z)
- le centre des mailles georéférencée (X Y Z), suivant la matrice POP définie par le projet RiScan
- les Min/Max du ou des scans du projet (coordonnees relatives et absolues)
- la densité de végétation calculée par voxel
- la densité de végétation calculée par voxel au format DART (le sol n'est pas encore inclus !)
- la longueur cumulée des trajets traversant le voxel (pour le cas des voxels cubiques), la longueur cumulée des trajets avant interception dans le voxel, le nombre de points interceptés par maille, et nombre de points situés après la maille (dans la direction du scan), l'angle solide sous lequel le voxel est vu, la densité calculée.

Les sorties sont localisées dans le dossier défini par la clé : « dossierOutput ». La maille peut être cubique ou sphérique.

III Interface homme Machine (IHM)

Le fichier paramètre et le lancement du programme peuvent se faire à travers une IHM, développée en python. Cette IHM grise les champs inutiles en fonction du mode d'utilisation du logiciel... Elle permet aussi d'afficher en 3D la maille générée, de fusionner différentes mailles (e.g. mailles issues de différents scans), de visualiser les échos extraits (visualiser leur intensité et leur déviation).

Elle nécessite les modules numpy, scipy, wxpython et mayavi, qui peuvent être installés avec la commande (debian et ubuntu) :

```
sudo apt-get install python-wxtools python-scipy python-numpy mayavi2
```

Pour lancer l'interface, taper dans un terminal (dans le dossier où se trouve le dossier *bin* et le fichier *interfaceVoxels.sh*) :

```
sh lancerInterface.sh
```

Lors du premier lancement, veuillez définir le chemin du fichier « proprietes » qui va être créé par l'IHM. Il faut aussi s'assurer que le chemin vers l'exécutable « voxelisation.exe » soit correct dans la fenêtre des préférences.

Attention : les chemins (vers les dossiers output, les dossiers des projets Riegl, etc...) ne doivent PAS comporter d'accents ou d'espaces.

IV modes de fonctionnement

Le mode de fonctionnement est défini par la clé : « typeExecution » (valeurs permises : 0, 1, 2, 3, ou 4). Il y a donc 5 modes de fonctionnement possibles :

mode 0 : GENERER_MAILLE : génère les fichiers dont le nom est tiré de la clé « fichierSortieCentres-Maille », qui contiennent les coordonnées des centres des mailles, avant et après géoréférencement. La maille est générée soit sur le min/max défini par l'utilisateur (clé listeScan = 2), soit sur le min/max du scan (clé listeScan = 1), soit sur le min/max du projet (clé listeScan = 0). L'algorithme de génération de la maille est le suivant :

1. calcul du nombre de cellules : $N_{xyz} = \text{int}((\max_{xyz} - \min_{xyz})/R + 0.5)$. Avec R la résolution ; $\text{int}(a + 0.5)$ est égal à la valeur entière tronquée de $(a+0.5)$ (arrondi).
2. calcul des coordonnées des centres : $C_{ijk} = \min_{xyz} + (ijk + 0.5) \times R$
3. calcul des coordonnées des centres dans le repère du scan (si projet Riegl et maillage sphérique)
4. calcul des coordonnées des centres géoréférencés

mode 1 : GET_MIN_MAX : affiche dans la console le min/max du scan ou du projet, ainsi que le nombre de points et les matrices de transformation pour passer d'un scan au scan de référence.

mode 2 : EXTRAIRE_DENSITE_SCANRIEGL : génère les fichiers dont le nom est donné par les clés « fichierSortieDensite » (obligatoire, si non défini, le nom par défaut est densite3D) et « fichierSortieDensite-FormatDART » (optionnel).. Si ces clés ne sont pas explicitées, le programme prend des valeurs par défaut (densite3D et maket). Deux types de maillage sont implémentés : maillage cubique, ou maillage sphérique (à spécifier grâce à la clé : « typeMaillage » ; 0 pour sphérique, 1 pour cubique). La transmittance du voxel i est donnée par :

$$T_i = \frac{N_{\text{apres}}}{N_{\text{interceptes}} + N_{\text{apres}}} = 1 - \frac{N_{\text{interceptes}}}{N_{\text{interceptes}} + N_{\text{apres}}} \quad (1)$$

et la densité u_f de la végétation du voxel i :

$$u_f = \begin{cases} \ln(T_i)/(-0.5 \cdot \Delta L) & \text{si } 0 < T < 1 \\ 10 & \text{si } T = 0 \\ 0 & \text{si } T \geq 1 \end{cases} \quad (2)$$

avec :

- N_{apres} : le nombre de points situés après le voxel, dans la direction du capteur
- $N_{\text{interceptes}}$: le nombre de points situés dans le voxel. En mode multi-echo, $N_{\text{interceptes}} = \frac{N_{\text{interceptes}}}{N_{\text{echos}}}$
- ΔL : la distance de référence (généralement on utilise la distance moyenne parcourue dans le voxel, mais on pourrait utiliser R)

La clé « typeMultiEcho » permet de spécifier si on calcule la densité en utilisant tous les echo (valeur = 0), les first return seulement (valeur = 1) ou les last return seulement (valeur = 2).

mode 3 : EXTRAIRE_DENSITE_FICHIERXYZ : génère les fichiers dont le nom est donné par les clés « fichierSortieDensite » (obligatoire, si non défini, le nom par défaut est densite3D) et « fichierSortieDensiteFormatDART » (optionnel). Extrait la densité de végétation du fichier texte, dont le chemin est défini par la clé « fichierXYZ ». La densité est calculée de la même façon que pour le mode 2. Le format du fichier doit être de type : Necho x y z distanceEcho1 distanceEcho2 ... distanceEchoN. L'en-tête, composée d'une seule ligne, doit comporter la matrice de transformation (4x4) pour passer du repère scan vers le repère projet. Si repère scan = repère projet, la ligne doit être de la forme :

1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1

La clé « typeMultiEcho » permet de spécifier si on calcule la densité en utilisant tous les echo (valeur = 0), les first return seulement (valeur = 1) ou les last return seulement (valeur = 2).

mode 4 : EXTRAIRE_POINTS3D_SCANRIEGL : extraits les points et les tirs d'un ou plusieurs scans Riegl vers un fichier texte. Ce mode génère des fichiers dont le nom est donné par la clé « nomScan ». Le format du fichier est de type : Necho x y z distanceEcho1 distanceEcho2 ... distanceEchoN. On extrait un certain nombre de tirs par fichiers (nombre fixé par la clé : « nombreMaxShotsParfichier » - par défaut = 200000). Ainsi on obtient une liste de fichiers de points. De plus, le programme crée pour chaque fichier de point un « fichier proprietes » pour permettre le calcul des densités. On peut ainsi extraire les points, puis calculer la densité en utilisant des processus parallèles (cluster, multithreading). Il est aussi possible d'extraire les points sous le format x y z NumeroEcho Intensite Deviation sur une zone donnée (clé : « typeExtractionPoints »). La clé « typeMultiEcho » permet de spécifier si on extrait tous les echo (valeur = 0), les first return seulement (valeur = 1) ou les last return seulement (valeur = 2).

mode 5 : EXTRAIRE_DENSITE_FICHIERXYZ_ALS : calcule la densité par suivi de rayon, avec pour chaque tir Lidar, en plus de la direction, le point de départ. Le programme génère les fichiers dont le nom est donné par les clés « fichierSortieDensite » (obligatoire, si non défini, le nom par défaut est densite3D) et « fichierSortieDensiteFormatDART » (optionnel). Extrait la densité de végétation du fichier texte, dont le chemin est défini par la clé « fichierXYZ ». La densité est calculée de la même façon que pour le mode 2. Le format du fichier doit être de type : Necho posX posY posZ dirX dirY dirZ distanceEcho1 distanceEcho2 ... distanceEchoN. L'en-tête, composée d'une seule ligne, doit comporter la matrice de transformation (4x4) pour passer du repère scan vers le repère projet. Si repère scan = repère projet, la ligne doit être de la forme :

1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1

V principe du calcul de densité

En mode "extraction densité", le programme calcule pour chaque voxel :

1. la longueur totale des trajets traversant le voxel
2. la longueur totale des trajets qui sont interceptés dans le voxel (du point d'entrée au point d'interception)
3. le nombre total de faisceaux interceptés dans le voxel
4. le nombre total de faisceaux non-interceptés dans le voxel
5. la surface « vue » de chaque voxel : c'est la surface du voxel des faces visibles du voxel projetés dans le plan défini par la distance minimale du voxel par rapport au scanner.
6. la distance minimale entre le scanner et le voxel

A noter que les paramètres (1, 2, 3 et 4) peuvent servir à calculer une densité foliaire, et (5, 6) permettent de calculer l'angle solide sous lequel est vu le voxel.

VI Annexes

VI.1 Format des fichiers (entree/sortie)

- fichier « densite » : entete : Nx Ny Nz Resolution
| i | j | k | lg traversant | lg interception | $N_{interceptes}$ | N_{apres} | Surface | distance scanner | densite |
- fichier « maille » : entete : Nx Ny Nz Resolution
| i | j | k | X | Y | Z | S_{vue} | distance au scanner |
- fichier « points » : format 1. En-tete : matrice de transformation (4x4), sur 1 ligne
| N_{echos} | direction : X | Y | Z | $echo_0$: distance au scanner | ... | $echo_n$: distance au scanner |
- fichier « points » : format 2. En-tete : matrice de transformation (4x4), sur 1 ligne
| position X | Y | Z | numero de l'écho | amplitude | deviation |
- fichier « points ALS ». En-tete : 1 ligne (inutilisee dans la voxelisation)
| N_{echos} | position X | Y | Z | direction : X | Y | Z | $echo_0$: distance | ... | $echo_n$ distance |
- Fichiers DART : format « maket » (voir documentation DART)

VI.2 exemple de fichier proprietes

VI.2.1 exemple général

```
#typeExecution :
#0:GENERER_MAILLE;
#1:GET_MIN_MAX;
#2:EXTRAIRE_DENSITE_SCANRIEGL;
#3:EXTRAIRE_DENSITE_FICHIERXYZ;
#4:EXTRAIRE_POINTS_SCANRIEGL;
#4:EXTRAIRE_DENSITE_FICHIERALS_XYZ .
typeExecution:2
#si typeExecution == 0 ou 1
cheminProjetRiegl:/homeL/grau/donnees/placette14_230511-1.RISCAN/

#Chemins vers fichiers de sortie, noms par default
dossierOutput:/home/grau/sorties/
fichierSortieCentresMaille:/homeL/grau/sorties/maille.txt

resolution:2.5

#zoneUtilisateurOuZoneScan :
#0 pour zone definie par le MIN/MAX du ou des scans;
#1 pour zone definie par utilisateur (MIN MAX ci dessous)
zoneUtilisateurOuZoneScan:1
pointMailleMin.x:-50
pointMailleMin.y:-50
pointMailleMin.z:0
pointMailleMax.x:50
pointMailleMax.y:50
pointMailleMax.z:30

#listeScans :
#0 pour TOUS les scans du projet RIEGL;
#1 pour scan defini par le chemin vers fichier RIEGL (RXP);
#2 pour fichier defini par utilisateur (XYZ)
listeScans:1
nomScanRiegl:ScanPos001
fichierXYZ:/homeL/grau/donnees/LidarTerrestre/w20m_angl0.05_01.xyz

#prise en compte des echo:
#0: tous les echo (default)
#1: first return
#2: last return
typeMultiEcho:0

#possibilite de rajouter une matrice de transformation au nuage de points
appliquerMatriceSOPSupplementaire:0

#possibilite de filtrage des echos par leur intensite et/ou leur deviation
#(pour les fichiers RIEGL)
dFiltre:0
```

```
iFiltre:1
filtre.iMin:00
filtre.iMax:50

#possibilite de filtrage des points par l'angle theta (zenithal, degres)
#dans le repere projet
thetaFiltre:1
filtre.thetaMin:0
filtre.thetaMax:60
```