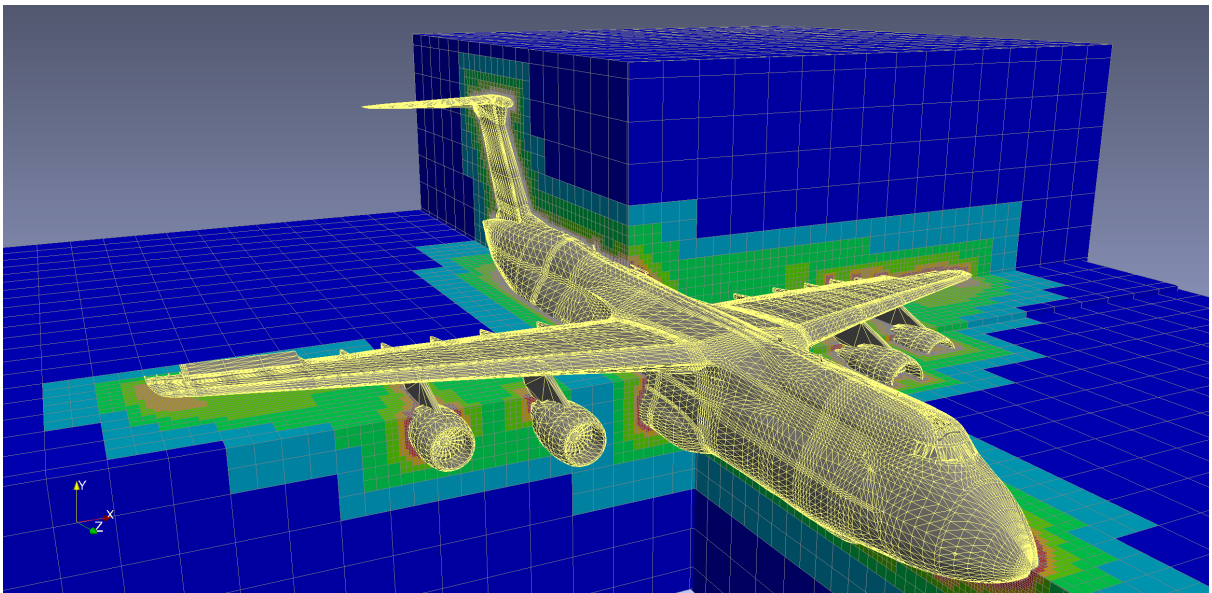


Localisation géométrique rapide par arbre octal

La librairie libOL



Loïc MARÉCHAL / INRIA, Projet Gamma

Octobre 2020

Document v1.3

Table des matières

1	Introduction	2
2	Utilisation	2
3	Liste des commandes	4
3.1	FreeOctree	4
3.2	GetBoundingBox	5
3.3	GetNearest	6
3.4	NewOctree	7

Couverture : Maillage octree d'un Boeing 747 réalisé par Thomas Døhlen.

1 Introduction

Le but de cette librairie est de facilement et rapidement retrouver les éléments d'un maillage à partir de coordonnées géométriques tel que, par exemple, trouver le triangle le plus proche d'un point donné, ou bien de fournir la liste des triangles ou sommets intersectant une région donnée.

D'autres entités que les triangles ou sommets sont prévues telles que les arêtes, les maillages volumiques et les champs de valeurs scalaires ou vectorielles (métriques ou solutions physiques).

Des opérations telles que les distances de triangle à triangle, la localisation d'un sommet dans un tétraèdre ou les lissages de métriques sont prévues.

2 Utilisation

La donnée à fournir à la librairie est un maillage de surface sous sa forme la plus simple : une liste de coordonnées de chaque sommet et une table des numéros des sommets pour chaque triangle. À partir de ce maillage, la librairie génère un octree automatiquement raffiné de telle sorte que chaque octant ne contient au plus que 20 entités de chaque type afin d'accélérer les opérations de recherche. Le temps de construction et la mémoire requis sont donc dépendants du nombre d'entités du maillage et de la forme de la géométrie. Un octree étant fondamentalement isotrope, il aura tendance à être fortement raffiné, et donc à occuper beaucoup de mémoire, dans le cas de géométries très minces (anisotropes).

Bien qu'une structure octree ne contienne qu'un seul maillage, il est possible d'en créer plusieurs, ceux-ci étant différenciés par une étiquette unique retournée à la création.

Supposons que nous avons un maillage de *NmbVer* sommets, stockés dans la table *VerCrd* et *NmbTri* triangles dans la table *TriTab* et que l'on souhaite trouver le triangle le plus proche du point de coordonnées $\{0.5, 2.3, -6.0\}$ ainsi que la liste des triangles contenus partiellement ou totalement dans la région cubique centrée en $\{2, 2, 10\}$ et de taille 2. Le déroulement est le suivant :

```
long long OctIdx;
int IntersectedTriangles[10];
int NmbVer, NmbTri, (*TriTab)[3];
double (*CrdTab)[3], VerCrd[3]={0.5, 2.3, -6.0};
double BoxMin[3]={1,1,9}, BoxMax[3]={3,3,11}, MinDis;
...
(allocation et lecture du maillage)
...
OctIdx = NewOctree(NmbVer, VerTab[1], VerTab[2],
                  0,          NULL,          NULL,
                  NmbTri, TriTab[1], TriTab[1],
                  0,          NULL,          NULL,
```

```

        0,      NULL,      NULL,
        0,      NULL,      NULL,
        0,      NULL,      NULL,
        0,      NULL,      NULL,
        0);
printf("l'Octree numéro %d a été construit\n", OctIdx);

TriIdx = GetNearest(OctIdx, TypTri, VerCrd, &MinDis, 0);
printf("le triangle le plus proche de 0.5, 2.3, -6.0 est : %d\n", TriIdx);

NmbBoxTri = GetBoundingBox(OctIdx, TypTri, 10, TriTab, BoxMin, BoxMax);
for(i=0;i<NmbTri;i++)
    printf("triangle numéro : %d\n", TriTab[i]);

FreeOctree(OctIdx);

```

Il est à noter que l'intersection d'un triangle avec une boîte est calculée de manière complète, c'est-à-dire qu'il y a intersection si l'un des sommets du triangle tombe dans la boîte, ou qu'une de ses arêtes intersecte une face de la boîte ou encore que le plan du triangle intersecte une arête de la boîte.

Certains octrees simplifiés se contentent de tester si un sommet de triangle est contenu dans la boîte, l'approche de la *libOL* en plus consommatrice de ressource, mais est géométriquement exact.

La vitesse de création est d'environ 2.000.000 de sommets ou 200.000 triangles par seconde et la consommation mémoire de 30 octets par sommet ou 240 octets par triangle.

La librairie étant constituée d'un seul fichier `liboctree.c` et d'un fichier de définitions `liboctree.h` pour le C et `liboctree.ins` pour le Fortran, il est conseillé d'inclure et de compiler le code source avec votre propre logiciel.

Note : par défaut la librairie utilise des entiers codés sur 32 bits, mais il est possible de les étendre à 64 bits en passant le paramètre `-Di8` au compilateur. Tous les paramètres de type `int` en C deviennent alors des `long long`, resp. `integer` à `integer*8` en Fortran.

3 Liste des commandes

3.1 FreeOctree

Syntaxe

```
mem = FreeOctree(OctIdx);
```

Commentaires

Libère l'octree indiqué et retourne le mémoire totale utilisée en octets.

3.2 GetBoundingBox

Syntaxe

```
NmbTri = GetBoundingBox(OctIdx, typ, MaxTri, TriTab, BoxMin[3], BoxMax[3]);
```

Paramètres

Paramètre	type	description
OctIdx	long long	index de l'octree retourné par NewOctree
typ	int	type d'entité à rechercher (TypVer ou TypTri)
MaxTri	int	nombre maximum de triangles que la table suivante peut contenir
TriTab	int *	pointeur sur une table qui contiendra la liste des triangles contenus dans cette boîte englobante
BoxMin	double [3]	coordonnées du coin inférieur de la boîte englobante
BoxMax	double [3]	coordonnées du coin supérieur de la boîte englobante

Retour	type	description
index	int	retourne le nombre d'entités contenues dans la boîte

Exemple

```
int TriTab[10];
double box[2][3]={0,0,0}, {1,1,1};
NmbTri = GetBoundingBox(OctIdx, TypTri, 10, TriTab, box[0], box[1]);
for(i=0;i<NmbTri;i++)
    printf("triangle numéro : %d\n", TriTab[i]);
```

Commentaires

Alloue une table de 10 triangles et demande à la librairie de retourner les 10 premiers triangles intersectant le cube de coordonnées $\{0, 0, 0\} - \{1, 1, 1\}$ et affiche leur numéro.

3.3 GetNearest

Syntaxe

```
index = GetNearest(OctIdx, typ, crd, PtrMinDis, MaxDis);
```

Paramètres

Paramètre	type	description
OctIdx	long long	index de l'octree retourné par NewOctree
typ	int	type d'entité à rechercher (TypVer ou TypTri)
crd	double [3]	coordonnées du vertex de référence
PtrMinDis	double *	pointeur sur une valeur dans laquelle la distance à l'entité la plus proche sera retournée
MaxDis	double	limiter la recherche à des entités distance au maximum de MaxDis du point de référence (0 si aucune limite n'est souhaitée)

Retour	type	description
index	int	retourne l'index de l'entité la plus proche du sommet de référence fourni ou 0 en cas d'erreur

Commentaires

Il est tout à fait possible de donner un point de référence en dehors de la boîte englobante de l'octree qui est taillé au plus juste autour de l'objet fourni en entrée. Plus le point est éloigné du triangle le plus proche, plus le temps de recherche sera long.

L'exemple suivant génère un octree autour d'un maillage de quatre sommets et deux triangles et cherche lequel des deux est le plus proche du point d'origine {0,0,0}.

Exemple

```
double crd[5][3] = { {2,-3,5.2}, {3.4,6,8.2}, {5,1,3}, {3,4,1}, {0,0,0} };
double MinDis;
int tri[2][3] = { {1,2,3}, {2,3,4} };
OctIdx = NewOctree(4, crd[0], crd[1], 2, tri[0], tri[1], 0);
TriIdx = GetNearest(OctIdx, TypTri, crd[4], &MinDis, 0);
printf("le triangle le plus proche de l'origine est %d\n", TriIdx);
```

3.4 NewOctree

Syntaxe

```
retour = NewOctree(NmbVer, pVer1, pVer2, NmbEdg, pEdg1, pEdg2, NmbTri, pTri1,
pTri2, NmbQad, pQad1, pQad2), NmbTet, pTet1, pTet2, NmbPyr, pPyr1, pPyr2, NmbPri,
pPri1, pPri2, NmbHex, pHex1, pHex2, BasIdx);
```

Paramètres

Paramètre	type	description
NmbVer	int	nombre de sommets à insérer dans l'octree
pVer1	double *	pointeur sur la table des coordonnées du premier sommet du maillage
pVer1	double *	pointeur sur la table des coordonnées du second sommet du maillage
NmbEdg	int	nombre d'arêtes à insérer dans l'octree
pEdg1	int *	pointeur sur la table des indices de sommets de la première arête du maillage
pEdg2	int *	pointeur sur la table des indices de sommets de la second arête du maillage
NmbTri	int	nombre de triangles à insérer dans l'octree
pTri1	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du premier triangle du maillage
pTri2	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du second triangle du maillage
NmbQad	int	nombre de quads à insérer dans l'octree
pQad1	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du premier quad du maillage
pQad2	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du second quad du maillage
NmbTet	int	nombre de tétraèdre à insérer dans l'octree
pTet1	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du premier tétraèdre du maillage
pTet2	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du second tétraèdre du maillage
NmbPyr	int	nombre de pyramides à insérer dans l'octree
pPyr1	int *	pointeur sur la table des indices de sommets de la première pyramide du maillage
pPyr2	int *	pointeur sur la table des indices de sommets de la seconde pyramide du maillage
NmbPri	int	nombre de prismes à insérer dans l'octree
pPri1	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du premier prisme du maillage
pPri2	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du second prisme du maillage
NmbHex	int	nombre de triangles à insérer dans l'octree
TriTab1	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du premier triangle du maillage
TriTab2	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du second triangle du maillage
NmbTri	int	nombre de hexaèdres à insérer dans l'octree
pHex1	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du premier hexaèdres du maillage
pHex2	int *	pointeur sur la table des indices de sommets du second hexaèdres du maillage
BasIdx	int	index de l'indice de début de chaque table : 0 ou 1

Retour	type	description
index	int	retourne l'index d'un octree à fournir aux commandes de la librairie ou 0 en cas d'erreur

Commentaires

Si vous avez du mal à jongler avec les déclarations de tableaux multidimensionnels, plutôt cryptiques, du C, vous pouvez passer un simple tableau unidimensionnel de double (double *), où VerTab[0] est la coordonnée x_1 du premier vertex, VerTab[1] est y_1 , VerTab[2] est z_1 , VerTab[3] est x_2 et ainsi de suite.

L'exemple suivant génère un octree autour d'un maillage de quatre sommets et deux triangles.

Exemple

```
double crd[4][3] = { {2,-3,5.2}, {3.4,6,8.2}, {5,1,3}, {3,4,1} };
int tri[2][3] = { {1,2,3}, {2,3,4} };
OctIdx = NewOctree(4, crd[0], crd[1], 2, tri[0], tri[1]);
```