TP Modélisation
CPE

4ETI IMI

1 Organisation du programme

Le code proposé décrit une scène 3D dans le fichier `local/scene.[ch]pp`.

La classe `cpe::mesh` centralise la gestion d'un maillage (sommets, normales, couleurs, etc). La classe `cpe::mesh_opengl` centralise la gestion des VBO associé à l'affichage d'un maillage.

Question 1 *Observez la construction des maillages présents à l'écran ainsi que leurs affichages.*

2 Construction d'un cylindre

Question 2 *Construisez une surface modélisant un cylindre orienté suivant l'axe z dont le nombre d'échantillons (radial et suivant z) est paramétrable dans le programme.*

Aide.
On pourra procéder en deux étapes :

1. Calcul des sommets échantillonnés de la surface.
2. Mise en place du tableau d'indices liants les sommets entre eux.

Lorsque vous souhaitez calculer les sommets d'une surface paramétrique

$$S(u,v) = (S_x(u,v), S_y(u,v), S_z(u,v),$$

avec $(u,v) \subset [a,b]\times[c,d]$, on pourra utilisera le type de code suivant pour constuire les sommets

```
for(int ku=0;ku<Nu;++ku)
{
   for(kv=0;kv<Nv;++kv)
   {
      float u_local=static_cast<float>(ku)/(Nu-1);
      float v_local=static_cast<float>(kv)/(Nv-1);

      float u=a+(b-a)*u_local;
      float v=c+(d-c)*v_local;

      float x=Sx(u,v);
      float y=Sy(u,v);
      float z=Sz(u,v);
   }
}
```

Ici, on échantillonne $N_u \times N_v$ fois le domaine $[a, b] \times [c, d]$ de manière uniforme.

Notez que l'on préfèrera cette approche plutôt qu'une boucle avec variables flottantes (float ou double) du type

```
for(float u=a;u<b;u+=du)
{ ...
```

En effet, cette approche rend moins évident le nombre d'échantillons utilisé. De plus, elle est sujette à l'accumulation d'erreurs sur des nombres flottants. De manière générale, évitez les variables non entières dans les itérations de boucles.

3 Construction d'un champ de hauteur

Question 3 *Construisez une surface plane orthogonale à l'axe z de $Nx \times Ny$ échantillons.*

Question 4 *Appliquez un bruit de Perlin aux valeurs z de votre surface afin de modéliser un effet de type montagne.*

4 Structure de données

On souhaite constuire une structure de données qui, pour un numéro de sommet donné permet de retrouver l'indice des sommets voisins (1-ring).

On choisi d'utiliser la structure de données suivante : `std::vector<std::set<int> >` Le premier vector contiendra N_s entrée, avec N_s le nombre de sommets du maillage, et le set contiendra l'indice des différents voisins pour chaque sommet.

Question 5 *Réflechissez à l'algorithme de construction de votre structure de données. En quoi le set est-il avantageux ici ?*

Question 6 *Construisez cette structure, vérifiez sur des cas simples le résultat obtenu.*

5 Lissage

On souhaite lisser le maillage d'un maillage afin d'estomper les détails de sa surface.

Question 7 *Lisser celui-ci en utilisant l'approche du lissage Laplacien.*

Pour cela, considérons un sommet i de coordonnées $\mathbf{x}_i$. Soit $\mathcal{V}_i$ les sommets voisins de i. Lisser le maillage revient à appliquer itérativement la déformation suivante :

$$\forall i \ , \ \ \mathbf{x}_i = \mathbf{x}_i + \frac{\lambda}{\mathrm{card}(\mathcal{V}_i)} \sum_{j \in \mathcal{V}_i} (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j) \ ,$$

avec $\lambda \in [0, 1]$, et $\mathrm{card}(\mathcal{V}_i)$ le nombre de voisins de i.

Notez que l'on parle de lissage Laplacien, car l'itération suivante revient à résoudre l'équation d'évolution

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \lambda \triangle f \ ,$$

avec f valant ici les coordonnées, t étant discrétisé par le nombres d'itérations, et l'opérateur $\triangle$ étant discrétisé spatialement par la différence issue du 1 voisinage.

6 Diffusion sur une surface

On souhaite désormais réaliser la même opération de lissage, non plus sur les coordonnées, mais sur une fonction scalaire définie sur les sommets du maillage. Par exemple, on pourra initialiser cette fonction à 1 en un sommet donné, et à 0 partout ailleurs.

Question 8 *Réaliser cette étape et observez la diffusion des valeurs de la fonction sur la surface. Notez que pour la visualisation, on pourra considérer cette fonction comme étant la couleur de la surface. Cette approche permet par exemple de modéliser le phénomène de diffusion de la chaleur sur une surface 3D.*

Question 9 *Que pouvez vous dire de la dépendance de cette approche par rapport à la qualité du maillage ? Existe-il d'autres approches plus robustes ?*