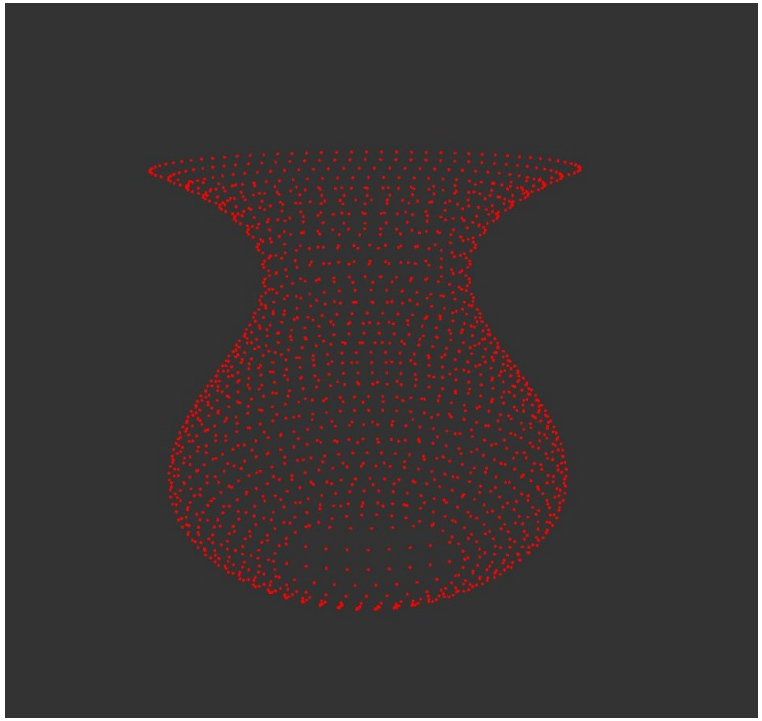
Reconstruction & Géo Algo

Romain Vergne

UJF

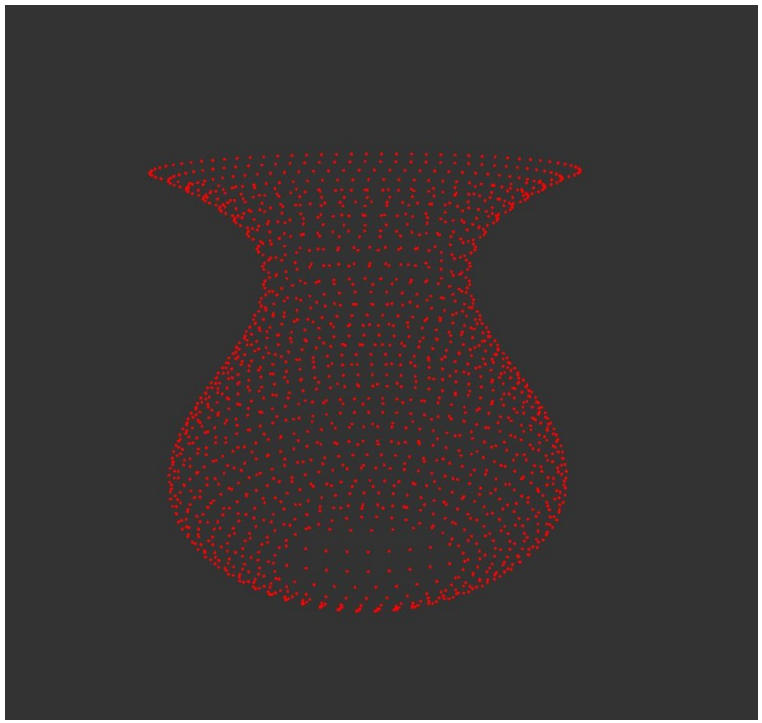
2012/2013

RECONSTRUCTION DE DONNÉES SPARSES

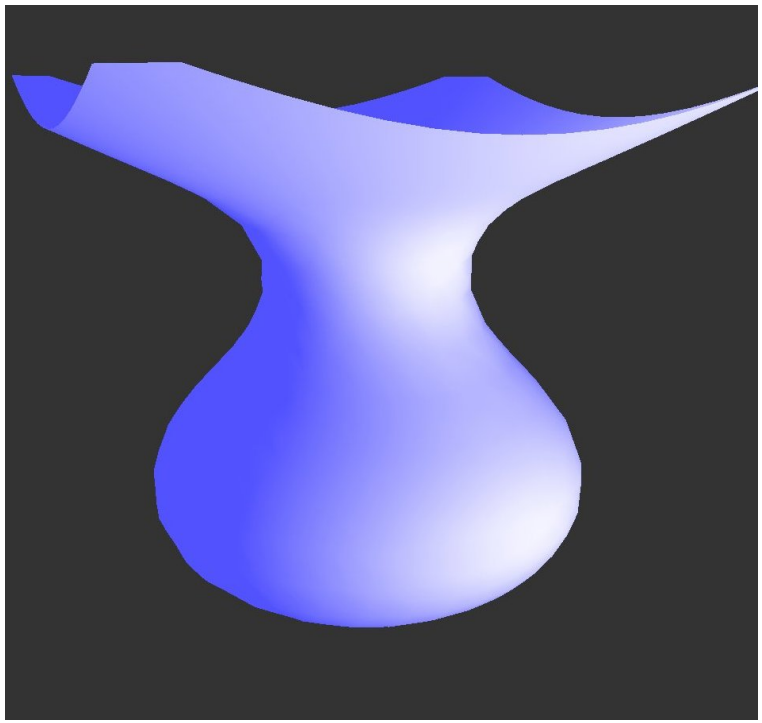


Entrée : Points

RECONSTRUCTION DE DONNÉES SPARSES



Entrée : Points



Sortie : Surface

LES FICHIERS

Vous disposez des classes suivantes (+ fonctions de base) :

- geom : classe Point3D
  - produits scalaire/vectoriel/distances/norme/...
  - liste de points (v_Point3D)
  - vecteurs propres d'une matrice 3x3 symétrique
- data_struct_algo : classes Graphe, classe Grille3D
  - création Graphe/calcul arbre couvrant minimal/...
  - initialisation d'une grille3D pour la fonction implicite
- iso_value : classe SurfaceIsovaleurGrille
  - calcule le marching tetrahèdre à partir d'une grille + une fonction implicite
- viewer / eventWidget : fenêtre et menu

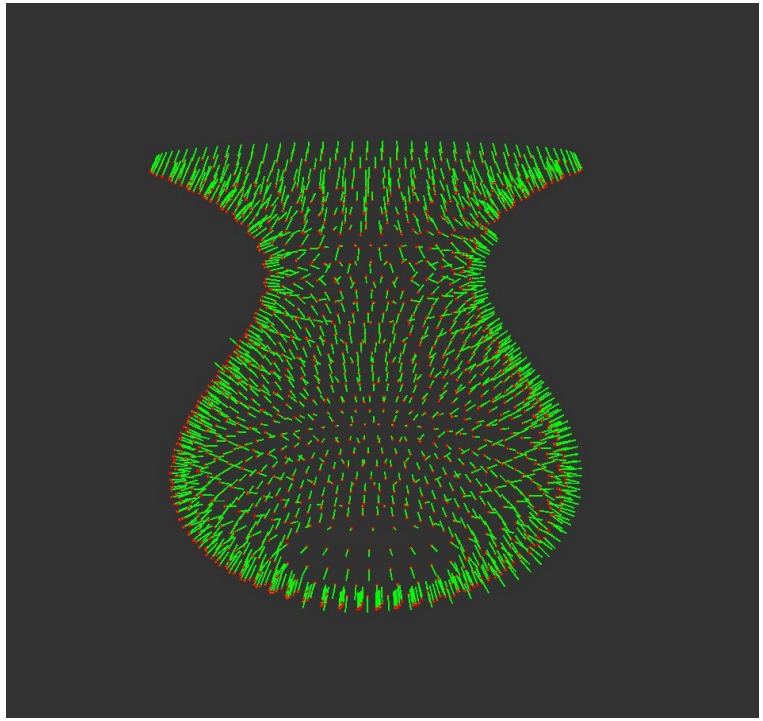
LES FICHIERS

- pointsToSurface :
  - la **SEULE** classe à modifier !
  - une liste de points est donnée : v_Point3D _points ;
  - Vous devrez y remplir des structures/fonctions prédéfinies...
    - v_Point3D _noNormals ; // (computeNonOrientedNormals)
    - v_Point3D _oNormals ; // (computeOrientedNormals)
    - Graphe _acm ; // (computeMinimalSpanningTree)
    - implicit function (computeImplicitFunc)
  - ... et obtenir la surface finale :
    - v_Triangle3D _surfacep ; (computeMesh)
    - v_Triangle3D _surfacen ; (computeNormalsFromImplicitFunc)

MÉTHODE IMPLICITE

1. Calculer des normales non orientées
2. Calculer l'arbre couvrant de poids minimum
3. Réorienter des normales
4. Déterminer une fonction $f(x, y, z)$ en tout point
5. Calculer la surface isovaleur $f(x, y, z) = 0$
6. Calculer les normales (finales) de la surface

1 : CALCUL DES NORMALES NON ORIENTÉES



1 : CALCUL DES NORMALES NON ORIENTÉES

REMPLIR _noNormals / FONCTION "computeNonOrientedNormals"

- Pour chaque sommets p
  1. déterminer les k-voisins pts
  2. calculer le barycentre B des points pts
  3. calculer la matrice $A = pts - B$
  4. calculer la matrice $A^T A$
  5. calculer les vecteurs propres associés à
     $$A^T A = \begin{pmatrix} A11 & A12 & A13 \\ A12 & A22 & A23 \\ A13 & A23 & A33 \end{pmatrix}$$
  6. y récupérer les normales non orientées **_noNormals**

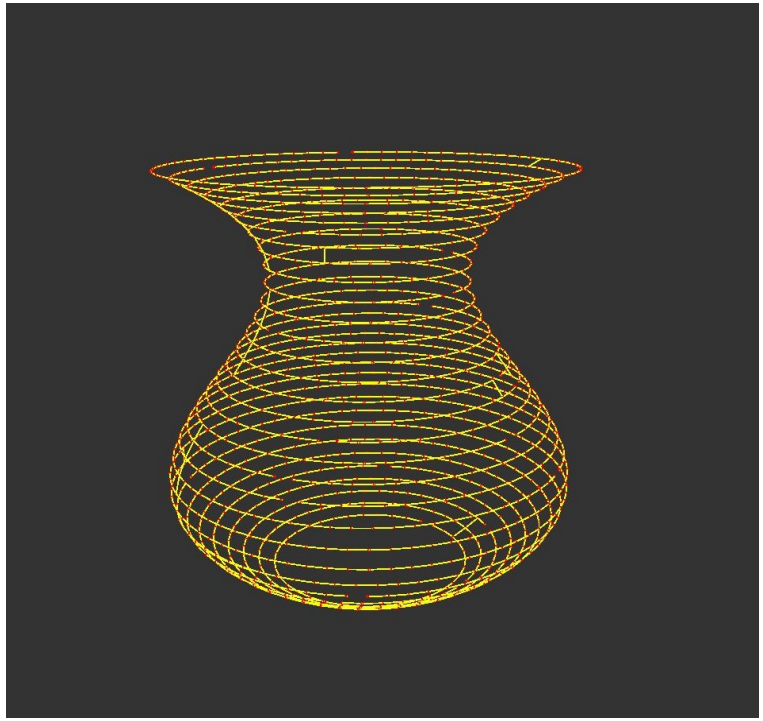
1 : CALCUL DES NORMALES NON ORIENTÉES

REMPLIR _**NONORMALS** / FONCTION "COMPUTENONORIENTEDNORMALS"

- Pour chaque sommets p
  1. déterminer les k-voisins pts
  2. calculer le barycentre B des points pts
  3. calculer la matrice $A = pts - B$
  4. calculer la matrice $A^T A$
  5. calculer les vecteurs propres associés à
     $$A^T A = \begin{pmatrix} A11 & A12 & A13 \\ A12 & A22 & A23 \\ A13 & A23 & A33 \end{pmatrix}$$
  6. y récupérer les normales non orientées _**noNormals**

Astuce : utiliser les routines "kneighborhoodPoints" (pointsToSurface) et "calcul_repere_vecteurs_propres" (geom) permettant de récupérer le repère local à partir de la matrice $A^T A$

2 : ARBRE COUVRANT DE POIDS MINIMUM

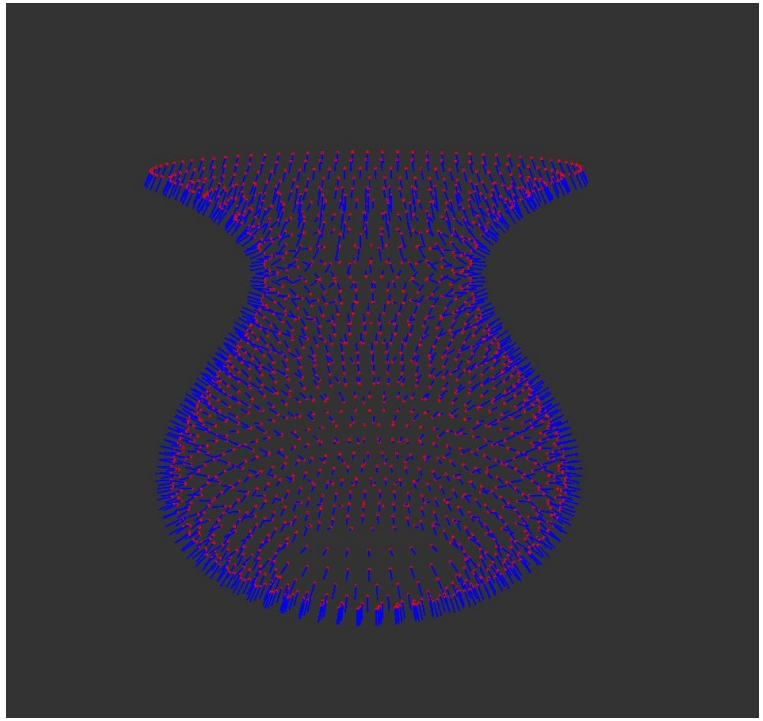


2 : ARBRE COUVRANT DE POIDS MINIMUM

REMPLIR _**ACM** / FONCTION "COMPUTEMINIMALSPANNINGTREE"

1. calculer le graphe de proximité G des points _points
   - un arc = paire de points p_i, p_j, avec
   - $distance\_(p_i, p_j) < r$, r un rayon
   - ATTENTION au rayon choisi :
   - le graphe doit avoir UNE SEULE composante connexe
2. calculer le graphe couvrant de poids minimum à partir de G : **_acm**
   - utiliser "arbre_couvrant_minimal" (data_struct_algo)

3 : RÉORIENTATION DES NORMALES

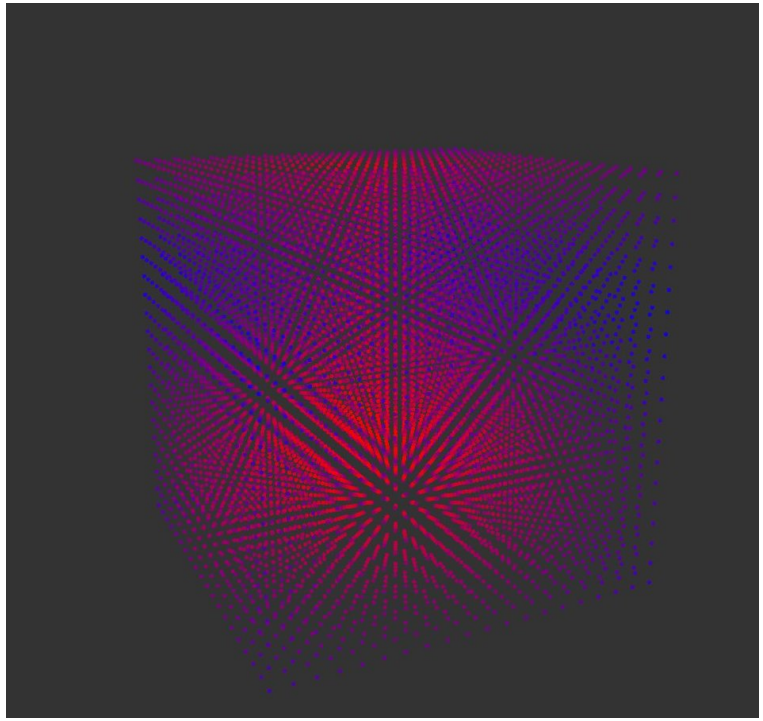


3 : RÉORIENTATION DES NORMALES

REMPLIR _oNORMALS / FONCTION "COMPUTEORIENTEDNORMALS"

1. pour le noeud racine de l'arbre courant minimum **_acm**
   1. regarder les normales entre le noeud père et les noeuds fils
   2. si besoins, réorienter les normales des noeuds fils
   3. recommencer le même procédé en partant des noeuds fils

4 : LA FONCTION IMPLICITE



4 : LA FONCTION IMPLICITE

REMPLIR LA FONCTION "COMPUTEIMPLICITFUNC"

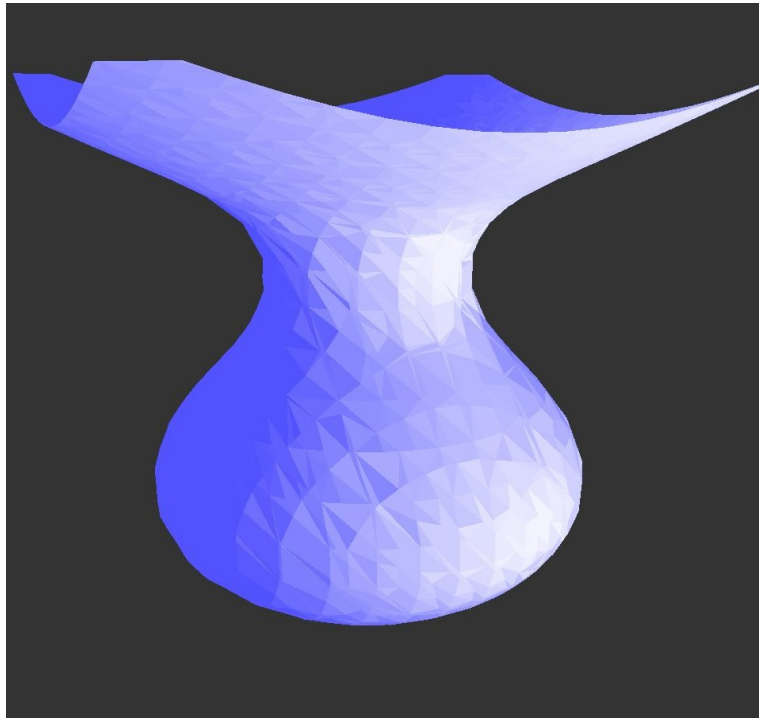
Pour un point donné $\mathbf{x} = (x, y, z)$, la fonction renvoie la valeurs de la fonction implicite en utilisant MLS. A partir de points $\mathbf{x}_i$ + normales $\mathbf{n}_i$, calculer la distance moyenne aux plans :

$$f(x) = \frac{\sum \mathbf{n}_i^T(\mathbf{x} - \mathbf{x}_i)w_i(\mathbf{x})}{\sum w_i(\mathbf{x})}$$

$$w_i(\mathbf{x}) = w(||\mathbf{x} - \mathbf{x}_i||), \quad et \quad w(x) = e^{-(\frac{x}{\sigma})^2}$$

ATTENTION au σ utilisé (dépend de la taille de l'objet)

5 : SURFACE ISOVALEUR

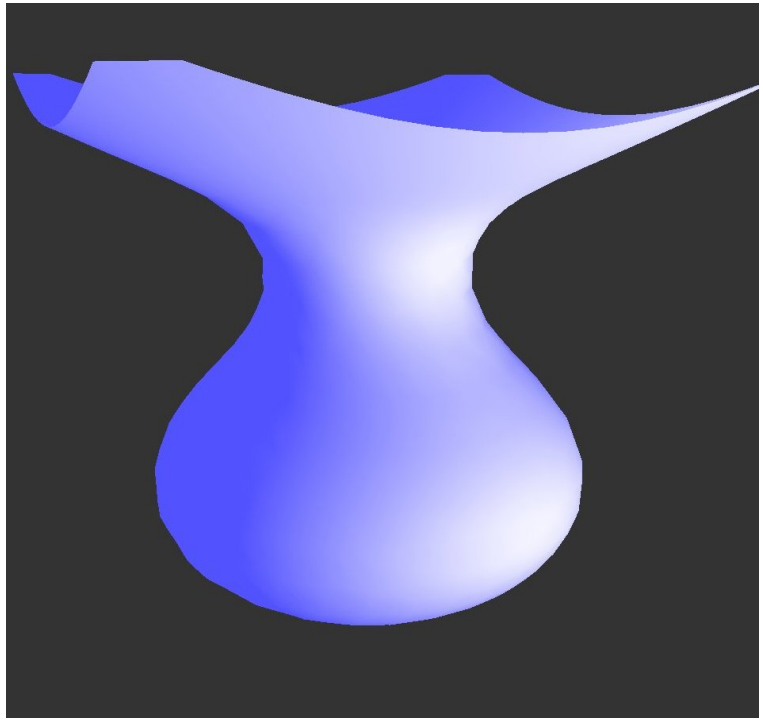


5 : SURFACE ISOVALEUR

REMPLIR _**SURFACEP** / FONCTION "COMPUTEMESH"

1. créer une Grille3D *G* que l'on utilisera pour le marching
   - déterminer la boite englobante (doit contenir l'objet - et même un peu plus)
   - déterminer le pas de la grille dans les 3 dimensions
   - trop petit pas : calculs qui suivront trop lent
   - trop grand pas : mauvaise reconstruction
2. créer un tableau *v* contenant les valeurs de la fonction implicite
   - même taille que la grille !
   - contient les valeurs de la fontion implicite pour chaque position de la grille3D (appeler "computeImplicitFunc" implémenté précédemment)
3. calculer la surface isovaleur _**surfacep**
   - utiliser SurfaceIsovaleurGrille - fonction "surface_isovaleur" (iso_value)

6 : NORMALES FINALES



6 : NORMALES FINALES

REMPLIR _SURFACEN / FONCTION "COMPUTENORMALSFROMIMPLICITFUNC"

On pourrait prendre les normales estimées originales : discontinuités.
Solution : calculer la dérivée de la fonction implicite en chaque sommet de la surface. La dérivée du champs scalaire donne la normale !
Elle se calcule de la manière suivante :

- pour chaque point $\mathbf{p}_i(x_i, y_i, z_i)$ de la surface faire
  - $n_x = f(x_i - 0.01, y_i, z_i) - f(x_i + 0.01, y_i, z_i)$
  - $n_y = f(x_i, y_i - 0.01, z_i) - f(x_i, y_i + 0.01, z_i)$
  - $n_z = f(x_i, y_i, z_i - 0.01) - f(x_i, y_i, z_i + 0.01)$
  - normaliser(n_x, n_y, n_z) et l'ajouter dans **_surfacen**

ALGORITHME

1. Calculer des normales non orientées
2. Calculer l'arbre couvrant de poids minimum
3. Réorienter des normales
4. Déterminer une fonction $f(x, y, z)$ en tout point
5. Calculer la surface isovaleur $f(x, y, z) = 0$
6. Calculer les normales (finales) de la surface

ALGORITHME

1. Essayer plusieurs valeurs de lissage
2. Essayer plusieurs valeurs de pas pour la grille
3. Essayer avec plusieurs fichiers de points (voir data/)

A RENDRE

- un dossier compressé prenom-nom.tgz contenant :
  1. un rapport au format pdf (images + explications)
  2. le fichier pointsToSurface.h
  3. le fichier pointsToSurface.cpp

CONSEILS

- n'hésitez pas à enrichir la classe PointsToSurface
  - avec des variables à vous
  - avec des fonctions temporaires
- utilisez les fonctions/variables à votre disposition
  - boundingBox donnée
  - distance minimale moyenne donnée
  - etc...

COMPILATION

- bibliothèques :
  - QT
  - OpenGL
  - libqglviewer (a installer si necessaire)
- Préparation :
  - éditer main.pro
  - changer les chemins / libs si necessaire
- compiler :
  - qmake && make
- tester :
  - ./pointsToSurface data/file.txt

BIBLIO

- Cours de Nicolas Szafran 2011/2012 (`http://www-ljk.imag.fr/membres/Nicolas.Szafran/`)
- Scattered Data Interpolation and Approximation for Computer Graphics (Siggraph Asia course 2010)
- Implicit surface reconstruction from point clouds (thèse de Johan Huysmans)
- The Method of Least Squares (Steven J. Miller)
- Cours de Gael Guennebaud (moving least squares) : http ://www.labri.fr/perso/guenneba/