TP Imagerie 3D - 4 (3 heures)

30 novembre 2017

Ce TP a pour objectif de vous faire programmer une version de base de l'algorithme de recalage par « démons » vu en cours.

- ***Le TP est noté : le compte-rendu doit être envoyé** sous **forme électronique à : gerard.subsol@lirmm.fr** avant **le mercredi 6 décembre 2017 (minuit)***
- *Tout compte-rendu envoyé sous une mauvaise forme ou hors-délai sera sanctionné par un 0.*
- *Le compte-rendu doit inclure **la date, vos noms** et être composé d'au moins 1 à 2 pages de texte **décrivant la méthode** utilisée pour répondre aux questions ainsi que les **commandes** lancées **AVEC quelques captures d'écran** pour évaluer le résultat.*
- *Le tout doit être sous la forme d'un **unique fichier pdf**.*
- *Le TP peut se faire seul ou en binôme*
- *La participation active pendant le TP pourra aussi être prise en compte.*
- ***Tout plagiat sera lourdement sanctionné**.*

On suppose qu'on a une image 3D fixe F et une image 3D flottante G de même taille avec une dimension isotrope de voxels identique.

1. A partir du cours (voir ci-après), **écrire l'algorithme en pseudo-code** pour obtenir un champ de déformation à appliquer sur l'image G.

2 Mais comment déformer l'image G ? L'astuce consiste à utiliser le champ de déformation de G pour déformer à l'inverse F qui sera en fait l'image flottante.
Expliquer l'idée sur un schéma.

3. Programmer une **version la plus simple possible** de l'algorithme. Le programme devra prendre en entrée 2 images et un nombre d'itérations et devra donner en sortie une image déformée.

4. Tester votre algorithme sur les images des 2 sphères s1 et s3.

Annexe 1 : quelques fonctions Cimg qui peuvent être utiles

```
CImgList<Tfloat> get_gradient ( const char *const  axes = 0,
                                const int          scheme = 3
                              )                    const
```

Return image gradient.

Parameters

axes Axes considered for the gradient computation, as a C-string (e.g "xy").

scheme = Numerical scheme used for the gradient computation:

- -1 = Backward finite differences
- 0 = Centered finite differences
- 1 = Forward finite differences
- 2 = Using Sobel kernels
- 3 = Using rotation invariant kernels
- 4 = Using Deriche recusrsive filter.
- 5 = Using Van Vliet recursive filter.

```
CImg<T>& blur ( const float  sigma_x,
                const float  sigma_y,
                const float  sigma_z,
                const bool   boundary_conditions = true,
                const bool   is_gaussian = false
              )
```

Blur image.

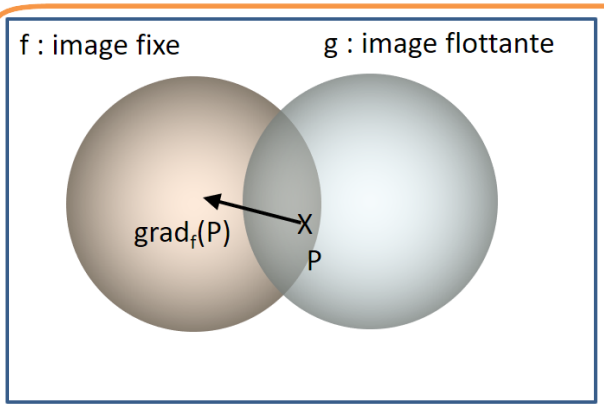
Parameters

sigma_x	Standard deviation of the blur, along the X-axis.
sigma_y	Standard deviation of the blur, along the Y-axis.
sigma_z	Standard deviation of the blur, along the Z-axis.
boundary_conditions	Boundary conditions. Can be { false=dirichlet | true=neumann }.
is_gaussian	Tells if the blur uses a gaussian (true) or quasi-gaussian (false) kernel.

```
Tfloat linear_atXYZ ( const float  fx,
                      const float  fy = 0,
                      const float  fz = 0,
                      const int    c = 0
                    )              const
```

Return pixel value, using linear interpolation and Neumann boundary conditions for the X,Y and Z-coordinates.

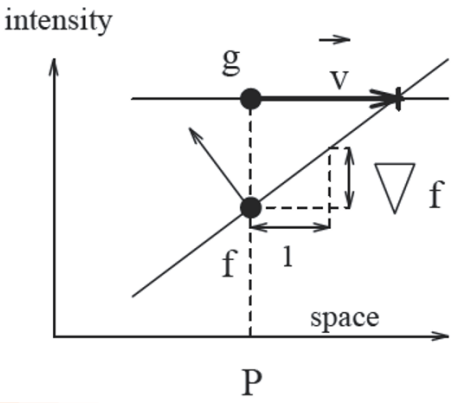
Annexe 2 : rappels de cours



- Au voxel P : f=I_f(P) et g=I_g(P)
- On a g>f (g plus clair que f)
- Il faudrait donc déplacer P vers un voxel où f est plus grand.
- Pour cela, on calcule grad$_f$(P) qui donne la direction dans laquelle f augmente le plus autour de P.
- On « déplace » P dans la direction de grad$_f$(P).

- Approximation linéaire de la variation de f le long du gradient
- Pour que g = f, il faut le déplacer suivant le vecteur :

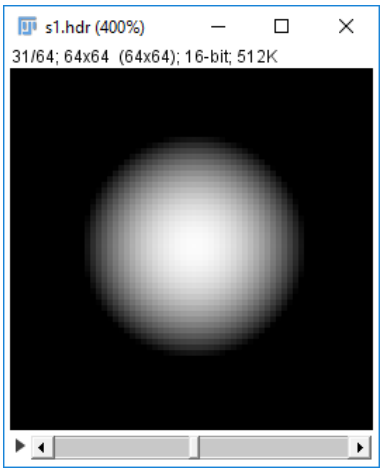
$$\vec{v} = \frac{(g-f)\vec{\nabla} f}{\vec{\nabla} f^2}$$



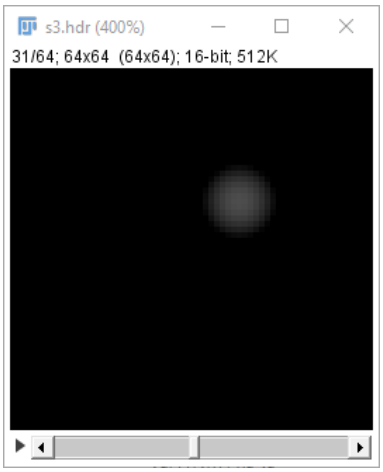
G. Subsol – 2017/2018

- En tout voxel, on a un vecteur de déplacement.
- On régularise ce champ de vecteurs (ex. lissage gaussien des coordonnées)
- On applique la déformation ainsi définie à l'image flottante g
- On itère… jusqu'à ce que le champ de vecteurs de déformation soit "petit".

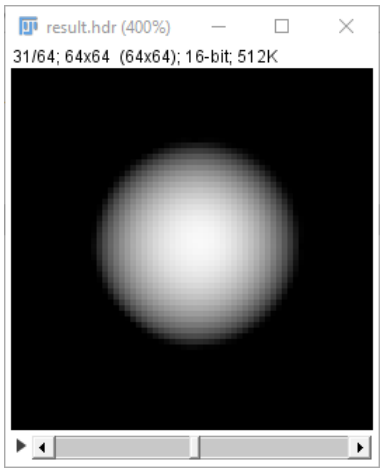
s1.hdr



s3.hdr



s3 déformée vers s1



Champ de déformation visualisé par une grille 3D :