

Sujet GMIN215 - « Imagerie 3D » - 30 mn
Gérard Subsol – 23 mai 2014

Imagerie 3D & visualisation [10 mn]

Question de cours 1 : Un médecin veut observer une structure osseuse pour voir si elle est fracturée. Quelle modalité d'imagerie 3D vaut-il mieux prendre :

- ☐ Tomodensitométrie par rayons X
- ☐ Imagerie par Résonance Magnétique
- ☐ Médecine nucléaire

Question de cours 2 : Quel est le nom du format standard en imagerie 3D ?

Exercice :

Soit une image 3D de dimension $3 \times 3 \times 3$ voxels. Celle-ci est constituée d'une liste de 27 valeurs d'intensité, chacune codée sur 2 octets avec le premier octet de poids faible (convention « little endian »). La première coupe correspondant à 3×3 voxels est donc constituée de 18 octets qui sont :

182 3 238 2 0 0 132 3 32 3 188 2 232 3 254 0 10 0

E1 : Représenter la matrice 3×3 des intensités correspondant à la coupe 1.

- *Remarque : on lit les valeurs suivant l'ordre :*

| | | | |
|--------------|--|--|--|
| ^ | | | |
| / 7 8 9 | | | |
| / 4 5 6 | | | |
| / 1 2 3 | | | |
| y \ x -----> | | | |

Les intensités des coupes 2 et 3 sont données ci-dessous :

| | | |
|------|------|------|
| 0975 | 0250 | 0020 |
| 0800 | 0823 | 0712 |
| 0878 | 0856 | 0000 |

| | | |
|------|------|------|
| 0921 | 0254 | 0000 |
| 0754 | 0767 | 0768 |
| 0829 | 0899 | 0000 |

E2 : Représenter la matrice 3×3 des intensités correspondant au plan $y=2$.

| | | | |
|--------------|--|--|--|
| ^ | | | |
| / | | | |
| / | | | |
| z \ x -----> | | | |

E3 : En Volume Rendering, on fait une visualisation MIP (« Maximum Intensity Projection ») suivant la direction des x.

Représenter l'image obtenue (c.a.d. la matrice 3×3 des intensités des pixels).

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |

Segmentation et extraction de surface 3D [10 mn]

Question de cours 1 : Quel est le nom de l'algorithme classique d'extraction d'iso-surface ?

Exercice :

Extrait de la rubrique « Thresholding (image processing) » de Wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/Thresholding_%28image_processing%29) qui décrit une méthode pour fixer automatiquement un seuil dans une image, par exemple pour séparer un objet du fond.

1. An initial threshold (T) is chosen.
2. The image is segmented into object and background pixels as described above, creating two sets:
 1. $G_1 = \{f(m,n): f(m,n) > T\}$ (object pixels)
 2. $G_2 = \{f(m,n): f(m,n) \leq T\}$ (background pixels)(note, $f(m,n)$ is the value of the pixel located in the m^{th} column, n^{th} row)
3. The average of each set is computed.
 1. m_1 = average value of G_1
 2. m_2 = average value of G_2
4. A new threshold is created that is the average of m_1 and m_2
 1. $T' = (m_1 + m_2)/2$
5. Go back to step 2, now using the new threshold computed in step 4.
6. Repeat until the new threshold matches the one before it (i.e. until convergence has been reached).

En utilisant l'algorithme ci-dessus, calculer le seuil pour l'image ci-dessous. On prendra comme seuil initial (T) la première valeur de l'image qui est $T=40$. A chaque étape, on grisera les pixels correspondants à l'objet et on calculera m_1 , m_2 ainsi que la nouvelle valeur de T .

| | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|--------------------|
| T=40 | 100 | 110 | 090 | 080 | m_1 = m_2 = |
| | 200 | 150 | 060 | 040 | |
| | 050 | 100 | 040 | 030 | |
| | 040 | 030 | 010 | 020 | |

| | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------|
| T=___ | ___ | ___ | ___ | ___ | m_1 = m_2 = |
| | ___ | ___ | ___ | ___ | |
| | ___ | ___ | ___ | ___ | |
| | ___ | ___ | ___ | ___ | |

| | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------|
| T=___ | ___ | ___ | ___ | ___ | m_1 = m_2 = |
| | ___ | ___ | ___ | ___ | |
| | ___ | ___ | ___ | ___ | |
| | ___ | ___ | ___ | ___ | |

| | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|--------------------|
| T=___ | ___ | ___ | ___ | ___ | m_1 = m_2 = |
| | ___ | ___ | ___ | ___ | |
| | ___ | ___ | ___ | ___ | |
| | ___ | ___ | ___ | ___ | |

$$T = \begin{bmatrix} _ & _ & _ & _ \\ _ & _ & _ & _ \\ _ & _ & _ & _ \\ _ & _ & _ & _ \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} m_1 = \\ m_2 = \end{matrix}$$

Recalage 3D [10 mn]

Question de cours 1 : Un patient rentre à l'hôpital suite à un accident de voiture. Le praticien décide d'effectuer un examen 3D par scanner X et un examen 3D par IRM afin d'évaluer les atteintes neurologiques. Pour cela, il va fusionner les 2 images à l'aide d'un algorithme de recalage :

- ☐ Déformable/monomodal
- ☐ Déformable/multimodal
- ☐ Rigide/multimodal
- ☐ Rigide/monomodal

Question de cours 2 : Le chirurgien veut localiser précisément dans l'image IRM cérébrale d'un patient la position des noyaux gris centraux. Pour cela, il va utiliser une image de référence IRM où ces structures anatomiques ont été préalablement segmentées. Il va déformer l'image de référence vers celle du patient afin de propager précisément la segmentation en utilisant un algorithme de recalage :

- ☐ Rigide
- ☐ Affine
- ☐ Multimodal
- ☐ Déformable

Exercice :

Dans l'image 2D I_1 , une structure anatomique est définie par les coordonnées de ses 4 sommets A(1,2) B(1,-2) C(-1,-2) D(-1,2). Dans l'image 2D I_2 , la même structure anatomique est localisée par les 4 sommets A'(5,-1) B'(1,-1) C'(1,1) D'(5,1).

Sachant que les couple de points (A,A') (B,B') (C,C') et (D,D') se correspondent, quelle est la transformation qui sera calculée de I_1 (l'image "flottante" qui sera transformée) vers I_2 (l'image "cible" qui reste fixe) ?

- *Remarque : La transformation sera la composée d'une rotation d'angle θ (signe positif dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) suivie d'une translation définie par (tx, ty) .*

- ☐ $\theta = -90^\circ$ $tx=3$ $ty=0$
- ☐ $\theta = 90^\circ$ $tx=-3$ $ty=0$
- ☐ $\theta = 45^\circ$ $tx=3$ $ty=0$
- ☐ $\theta = -45^\circ$ $tx=-3$ $ty=0$