

ENSIIE2 — Option RVIG

Application de textures

Jean-Yves Didier

`didier@ufrst.univ-evry.fr`

- 1 Texture Mapping
- 2 BumpMapping
- 3 Filtrage de texture
 - MipMapping
 - Filtrage bilinéaire
 - Filtrage trilineaire
 - Filtrage anisotropique

- 1 Texture Mapping
- 2 BumpMapping
- 3 Filtrage de texture
 - MipMapping
 - Filtrage bilinéaire
 - Filtrage trilineaire
 - Filtrage anisotropique

Placage de texture (*Texture mapping*) (1/2)

Définition

Technique introduite en 1974 (Edwin Catmull) : consiste à ajouter des détails, des textures de surface, ou de la couleur pour un modèle 3D généré par ordinateur.

Idée générale

- Modèles avec peu de polygones ;
- Détails obtenus avec les textures.

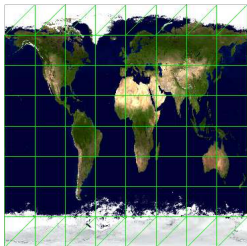
Modèle ci-contre

- 1024 polygones ;
- 500 000 pixels.

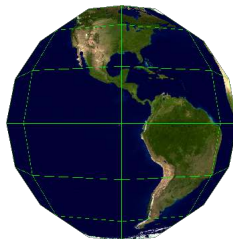


Placage de texture (*Texture mapping*) (2/2)

Principe : coordonnées de texture assignées à chaque sommet 3D.



Coordonnées texture



Placage sur la sphère

Remarques

- Pixels qui composent la texture : texels (*texture element*);
- Coordonnées texture entre 0 et 1 en u et v .

Utilisation des textures

Des utilisations multiples

- De la couleur sur un polygone (le plus évident) ;
- Ajuster la spécularité (*specular map*) ;
- Créer des ombres à l'aide de cartes de profondeur (*shadow map* et *depth map*) ;
- Créer des cartes d'élévation (*height map*) ;
- Appliquer des cartes de normales (*normal map*) ;
- Calculer des réflexions de l'environnement sur l'objet (*environment map*).

- 1 Texture Mapping
- 2 BumpMapping
- 3 Filtrage de texture
 - MipMapping
 - Filtrage bilinéaire
 - Filtrage trilinéaire
 - Filtrage anisotropique

Bump mapping (1/5)

Principe

Technique permettant de rajouter des détails de surface à un polygone.

Deux techniques dérivées

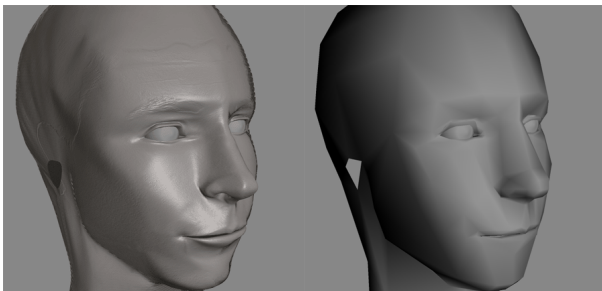
Normal mapping : technique jouant sur la normale au fragment ;

Parallax mapping : technique jouant sur la profondeur du fragment.

Normal mapping

- Technique de réduction du nombre de polygones permettant de conserver les détails ;
- Texture : non pas un texture RGB, mais une texture contenant des coordonnées de normales.

Bump mapping (2/5)



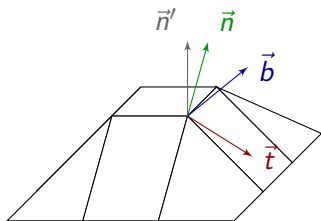
Objectif

Gagner du temps pour accélérer la vitesse de rendu.

Bump mapping (3/5)

Notion d'espace tangent

Espace défini au niveau local d'un sommet d'un maillage. Repère constitué du vecteur tangent \vec{t} , du vecteur binormal \vec{b} et du vecteur normal \vec{n} à la surface.



Normal map

Donne les normales réelles (\vec{n}') dans les espaces tangents locaux basés sur les normales approximées.

Bump mapping (4/5)



Sans normal mapping



Avec normal mapping

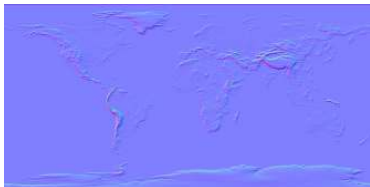
Bump mapping (5/1)

Obtention de la carte de normales

Par dérivation de la carte d'élévation.



Carte d'élévation



Carte de normales

Remarques

- Calcul d'illumination au niveau du fragment ;
- Nécessite de réexprimer la direction à la lumière dans l'espace tangent !

Shadow mapping

Calcul d'ombrage en deux passes

- Passé 1** : rendu de la scène du point de vue de la lumière sans calcul d'illumination. Permet d'obtenir la profondeur des pixels visibles dans le *framebuffer* (carte de profondeur ou *depth map*) ;
- Passé 2** : rendu de la scène du point de vue réel. Pour chaque fragment, calcul de ses coordonnées dans l'espace défini par le point de vue de la lumière. Si sa profondeur est supérieure à celle marquée dans la carte de profondeur, alors le fragment est à ombrager.

Multi-texturing

Définition

Faculté d'appliquer plusieurs textures simultanément sur un même polygone. Cela permet de :

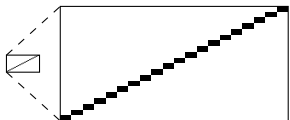
- Simuler des zones avec des spéularités disparates ;
- Appliquer du normal mapping ;
- Avoir plusieurs couches de textures mêlées ;
- Le tout en même temps !

- 1 Texture Mapping
- 2 BumpMapping
- 3 Filtrage de texture
 - MipMapping
 - Filtrage bilinéaire
 - Filtrage trilinéaire
 - Filtrage anisotropique

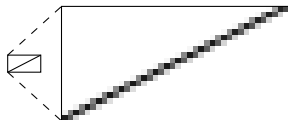
Le problème du crénelage (*aliasing*)

Crénelage : définition

Phénomène qui se caractérise par l'apparition de motifs en forme de marche d'escalier sur les contours d'un objet. (Du au fait qu'une image est une représentation discrète). Filtrer l'image est une solution pour faire disparaître ce phénomène : c'est l'*anti-aliasing*.



Phénomène de crénelage



Application de l'*antialiasing*



Mip Mapping (1/3)

Définition

Technique d'optimisation introduite en 1983 (Lance Williams – *Pyramidal Parametrics*) utilisant un ensemble de textures précalculées accompagnant une image de base pour accélérer la vitesse de rendu et réduire les artéfacts d'*aliasing*. Appelé aussi pyramide d'images ou pyramide de textures.

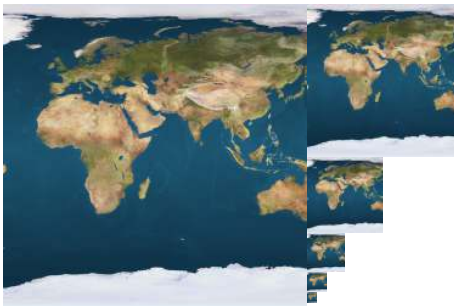
Avantages/inconvénients

- Evite la pixellisation lorsque l'on s'éloigne de la zone texturée ;
- Réduit le nombre de texels à traiter ;
- Demande 33% de mémoire vidéo supplémentaire.

Mip Mapping (2/3)

Texture carrée de taille 256×256

Calcul de textures intermédiaires (filtrées) de taille : 128×128 ,
 64×64 , 32×32 , 16×16 , ...



MipMapping d'une texture carrée.

Mip Mapping (3/3)

Choix de la texture à appliquer

En fonction de la taille à l'écran de l'objet affiché :

- Texture utilisée la plus proche de la résolution de l'objet affiché dans le cas d'un filtrage simple ;
- Interpolation entre les deux textures dont la résolution encadre la résolution visée (filtrage trilineaire).

Filtrage bilinéaire (1/3)

Définition

Méthode de filtrage pour lisser une texture quand la surface à afficher est plus grande ou plus petite que la texture en elle-même.

Exemple (filtrage linéaire)

P_1 , P_2 points d'échantillonnage



Texture de départ



Image finale (sans filtrage)

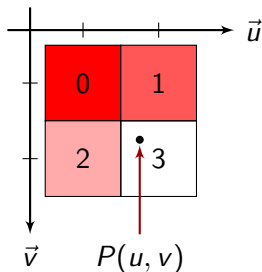


Image finale (avec filtrage)

Filtrage bilinéaire (2/3)

Filtrage bilinéaire : principe

Pour calculer la couleur du pixel final, le filtrage bilinéaire effectue une interpolation bilinéaire entre les 4 texels les plus proches du point dont on veut obtenir la représentation.



Couleur du pixel final

$$c = c_0(1 - U)(1 - V) + c_1U(1 - V) + c_2(1 - U)V + c_3UV$$

c : couleur du pixel final, $c_{\{0,1,2,3\}}$: couleur des texels voisins ;

U : partie fractionnelle de u (coordonnée dans espace image) ;

V : partie fractionnelle de v (coordonnée dans espace image).

Filtrage bilinéaire (3/2)

Filtrage bilinéaire : limitations

- Correct jusqu'au double ou la moitié de la texture originale :
 - ▶ D'où la technique du *MipMapping*.
- La transition d'une *mipmap* à une autre peut engendrer un « saut » dans la qualité visuelle :
 - ▶ D'où l'interpolation tri-linéaire.
- Consomme plus de puissance de calcul.

Filtrage trilingéaire (1/2)

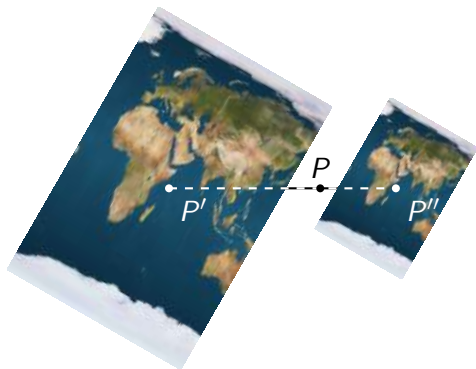
Algorithme

- 1 Trouver les deux textures (ici *mipmaps*) dont les résolutions encadrent celle de l'objet ;
- 2 Effectuer une interpolation bilinéaire sur chaque texture ;
- 3 Effectuer une interpolation linéaire entre les interpolations précédentes.
 - ▶ D'où le terme trilingéaire !

Limitation

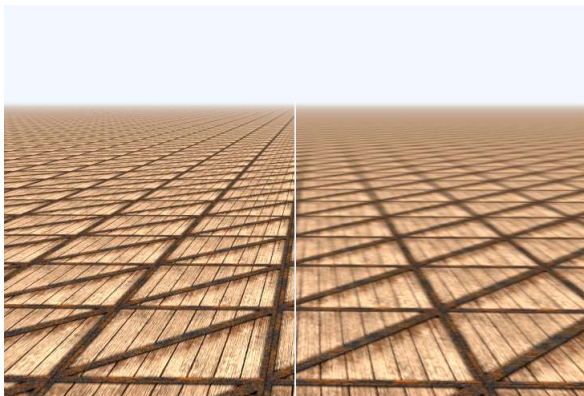
Les textures plaquées sur des objets qui s'étalent sur une grande profondeur de champ (typiquement : textures de sols).

Filtrage trilingéaire (2/2)



$$P' \stackrel{\approx}{=} P'' = P$$

Filtrage anisotropique (1/2)



Exemple de filtrage anisotropique
(à gauche avec, à droite sans)

Filtrage anisotropique (2/2)

Principe

Echantillonnage plus serré sur une des deux dimensions (celle qui va de pair avec la profondeur) à partir de la texture de plus grande résolution et sur un nombre important de texels (jusqu'à 64).

Plusieurs noms de techniques

SSAA *Super Sampling Anti-Aliasing* ;

FSAA *Full-scene Anti-Aliasing* (autre nom de SSAA) ;

MSAA *Multi-Sample Anti-Aliasing* (plus légère).

Performances

Gourmand en temps de calcul et en espace mémoire.
MSAA forme dégradée des deux autres plus rapide.