IFSIC **Rennes le 9 juin 2004**
DIIC2NC

EPREUVE DE SDI
DUREE : 3 heures
Documents autorisés

Les algorithmes et structures de données peuvent être écrits en langage de description ou en C.

Problème 1

Soit un triangle de sommets A, B, C.

Question 1.1

Si on exprime tout point P appartenant au triangle ABC comme $P = aA + bB + cC$, où a, b, c étant des coefficients positifs compris entre 0 et 1, comment peut appeler ces coefficients ?

Question 1.2

Comment plaquer une texture plane sur un triangle ?

Question 1.3

Calculer les coordonnées de texture d'un point P appartenant au triangle connaissant celles des sommets du triangle.

Problème 2

Soit une scène constituée de triangles. On voudrait effectuer le rendu de cette scène à l'aide de la méthode du lancer de rayon (LR). Pour accélérer le lancer de rayon on voudrait subdiviser l'espace de la scène sous forme d'une grille 3D uniforme multi-résolution.

Question 2.1

Proposer une structure de données associée à un triangle puis à toute la scène.

Question 2.2

On suppose que le nombre maximum de triangles dans une cellule est N_{max}. Donner l'algorithme de construction de la grille multi-résolution.

Question 2.3

Proposer un algorithme de suivi de rayon. On suppose qu'on dispose d'une fonction de calcul d'intersection entre un triangle et un rayon, et entre un rayon et une cellule, et de toute autre fonction élémentaire utile.

Question 2.4

Quel est l'avantage d'une grille multi-résolution par rapport à une grille uniforme à un seul niveau ?

Problème 3

Soit une scène constituée uniquement de triangles exprimés dans un repère absolu. On ne s'intéresse qu'aux transformations géométriques et de clipping impliquées par une technique de visualisation.

Nous allons donner maintenant tous les paramètres de vue (voir figures 1). L'observateur est placé au point COP. Le point visé est VRP et se trouve au centre de l'écran. Le vecteur $(\overrightarrow{COP, VRP})$ est perpendiculaire au plan de l'écran. L'axe y_s définissant le haut de l'écran est déterminé en projetant le vecteur $(\overrightarrow{VRP, PNP})$ (projection orthogonale) sur le plan de l'écran. PNP est un point donné par l'utilisateur. L'angle de vue est α. Les plans avant et arrière de la pyramide de vue tronquée sont à une distance F et B (respectivement) du point VRP.

Question 3.1

Détermination de la matrice de transformation géométrique :
Soit z_s (ou z_e) l'axe des z du repère de l'écran (ou de l'observateur), W le vecteur unitaire associé, V le vecteur unitaire de l'axe y_s (ou de y_e) et U le vecteur unitaire de x_s (ou de x_e). Le repère de l'écran est donc (x_s, y_s, z_s) et celui de l'observateur (x_e, y_e, z_e).
Calculer les vecteurs U et V, puis en déduire la matrice de passage du repère absolu au repère de l'observateur.

Question 3.2

Calculer la hauteur et la largeur de l'écran.

Question 3.3

Trouver l'équation des six faces de la pyramide de vue tronquée dans le repaire de l'observateur.

Question 3.4

Ecrire la procédure de *Clipping*.

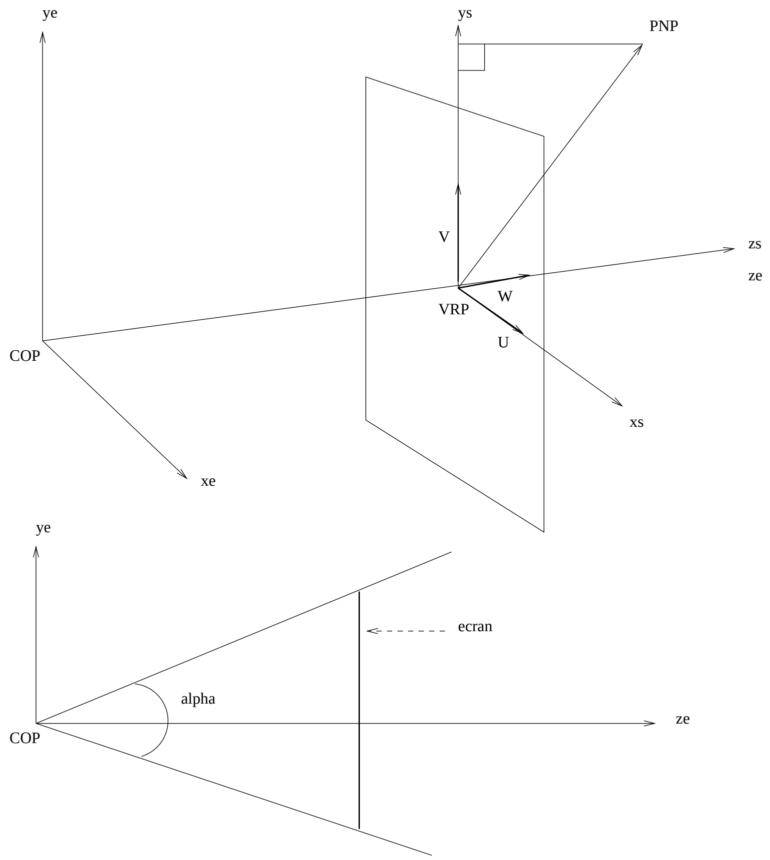


FIG. 1 – Paramètres de vue

Question 3.5

Le découpage d'un polygone par la pyramide de vue peut créer de nouveaux sommets. Comment calculer la normale en ces nouveaux sommets. Pourquoi devons-nous calculer cette normale dans le cas d'un lissage de Gouraud ?

Problème 4

Soit l'équation de rendu suivante:

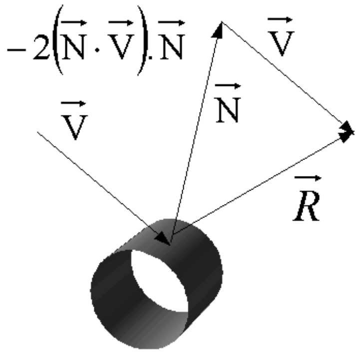
$$L(x, \Theta_r) = \int_{2\pi} f_r(x, \Theta_i, \Theta_r) L^{in}(x, \Theta_i) cos(\theta_i) d\omega_i$$

Où $L(x, \Theta_r)$ est la luminance au point x, réfléchie dans la direction Θ_r, $L^{in}(x, \Theta_i)$ la luminance incidente provenant de la direction d'incidence Θ_i, $f_r(x, \Theta_i, \Theta_r)$ la BRDF, θ_i l'angle d'incidence et $d\omega_i$ l'angle solide élémentaire autour de la direction d'incidence. On peut noter : $\Theta_i = (\theta_i, \phi_i)$ et $\Theta_r = (\theta_r, \phi_r)$, θ et ϕ représentent respectivement les angles polaire et azimuthal.

La BRDF de Phong peut s'écrire : $k_d + ks.cos(\alpha)$, où α est l'angle formé par R et Θ_r, R étant la direction de réflection idéale (figure 2). En admettant la réciprocité du modèle de Phong, on peut intervertir les rôles des directions incidente et de réflexion.

A l'aide de la méthode de Monte Carlo, on voudrait calculer séparément les composantes diffuse et spéculaire de $L(x, \Theta_r)$ en échantillonant de manière aléatoire les directions d'incidence.

L'échantillonnage de la composante diffuse s'effectue à l'aide de la densité de probabilité (pdf) $pdf_1(\Theta_i) = \frac{1}{\pi}cos(\theta_i)$ et celui de la composante spéculaire par $pdf_2(\Theta_i) = \frac{n+1}{2\pi}cos^n(\alpha)$. Notons que l'angle α ne dépend pas de l'angle azimuthal des deux directions qui le spécifient.



$$\vec{R} = -2(\vec{N}\cdot\vec{V})\vec{N} + \vec{V}$$

FIG. 2 – Réflexion spéculaire idéale

Question 4.1

Exprimer l'expression de l'estimateur de la composante diffuse de $L(x, \Theta_r)$. Expliquer le principe.

Question 4.2

Connaissant l'angle α pour une direction de réflexion donnée $(\Theta_r) = (\theta_r, \phi_r))$, en déduire l'angle polaire θ_i associé de la direction d'incidence induite par α.

Question 4.3

Exprimer l'expression de l'estimateur de la composante spéculaire de $L(x, \Theta_r)$. Expliquer le principe.