

Synthèse d'images 4ETI

Partiel - session 1

2012 - CPE

2013 (1ere session)
durée 2h

Tous documents et calculatrices autorisés.

Le sujet comporte 3 pages

Le temps approximatif ainsi que le barème sont indiqués pour les grandes parties. Notez que le barème est donné à titre purement indicatif et pourra être adapté par la suite.

En cas de doute sur la compréhension de l'énoncé, explicitez ce que vous comprenez et poursuivez l'exercice dans cette logique

L'ensemble des réponses doivent se faire sur votre copie, et pas sur le sujet.

Illustrez au maximum vos réponses de schémas.

1 Connaissances en synthèse d'images

(45min, 10 points)

1.1 Géométrie discrète

Question 1 *Quel avantage apporte le tracé de cercles discrets par la méthode d'Andres par rapport à l'approche de Bresenham.*

1.2 Géométrie

Un plan $\mathcal{P}$ peut être représenté par une position $\mathbf{p}_0$ et un vecteur normale $\mathbf{n}$ comme proposé dans le TP. L'équation de ce triangle vérifie alors la relation

$$\mathbf{p} \in \mathcal{P} \Rightarrow \langle \mathbf{p} - \mathbf{p}_0, \mathbf{n} \rangle = 0$$

Question 2 *Ce paramétrage est-il minimale en terme d'utilisation mémoire ? Si non, donnez la représentation minimale d'un plan (à l'aide d'une équation) en terme de nombre de variables.*

Question 3 *Donnez deux autres possibilités (différentes) de paramétrer un plan ainsi que l'équation associée.*

Question 4 *Quelle paramétrage est à favoriser dans le cadre de la modélisation interactive ?*

1.3 Lancé de rayons

Question 5 *Citez 3 phénomènes physiques que l'algorithme du lancé de rayons standards (présenté en cours) ne satisfait pas.*

1.4 Visualisation

Question 6 *Qu'est ce que le projet Visible-Human ? En quoi est-il utile ?*

Question 7 *L'extraction d'isosurface par la méthode du marching cubes contient des cas dits indéterminés. Suivant le choix de triangulation dans de tels cas, quels impacts cela peut entraîner sur le résultat ?*

1.5 Illumination

Le principe d'illumination de Phong repose sur trois composantes : la composante ambiante, diffuse et spéculaire.

Question 8 *Quelle composante permet de donner l'aspect tridimensionnelle à un objet projeté sur un plan ?*

Question 9 *Quels principes de la physique les deux autres composantes de l'illumination de Phong tentent-ils de modéliser ?*

2 Cas d'application

(1h15min, 10 points)

Soit un triangle formé par les 3 points A, B, C dont les coordonnées sont :

$$A = (0, 0, 10), B = (300, 0, 10), C = (150, 260, 10).$$

Notez que le triangle ABC est quasiment équilatérale.

Pour réaliser le rendu de ce triangle, on suppose que l'on place une caméra qui réalise une projection orthogonale. La caméra est située en $O = (0, 0, 0)$ et orientée suivant la direction de profondeur $(0, 0, 1)$. On supposera que l'axe x de la caméra est orienté suivant $(1, 0, 0)$. L'image du point A, B et C par cette caméra sera donc situé aux coordonnées respectives $A' = (0, 0), B' = (300, 0)$ et $C' = (150, 260)$.

Question 10 (5 min) *Ecrivez la matrice correspondant à cette projection.*

Supposons que l'on place une lumière ponctuelle à la position $L = (150, 87, 8)$.

Question 11 (10 min) *Réalisez un schéma simple illustrant le triangle ABC, la position et l'orientation de la caméra, et la position de la lumière dans l'espace 3D.*

Question 12 (15 min) *Calculez la composante diffuse associée aux sommets A, B et C . On pourra considérer que $\sqrt{173^2 + 4} \simeq \sqrt{150^2 + 87^2 + 4} \simeq 2/173 \simeq 0.012$.*

On considère que l'image issue de cette caméra est visualisée sur une grille de pixels de taille 301×301 . Les coordonnées en pixels sont assimilés aux coordonnées issues de la projection sur la caméra. C'est à dire que la couleur du sommet A est associée au pixel $(0, 0)$, la couleur du sommet B est associée au pixel $(300, 0)$ et la couleur du sommet C est associée au pixel $(0, 300)$.

Supposons que tous les sommets du triangle sont de couleur blanche (niveau de gris=1), et que seule la composante diffuse entre en compte dans le calcul des couleurs.

Question 13 *Quelle couleur est associée aux pixel $(0,0)$, $(300,0)$, et $(150,260)$?*

Question 14 Si l'on suit la méthode d'interpolation de couleur similaire à celle vue en cours et utilisée en TP, quelle est la couleur associée au pixel (150,87) ?
(Note : il n'y a pas de calcul à faire)

Question 15 (10 min) Cette couleur vous paraît-elle raisonnable ? Pourquoi ? Décrivez l'aspect visuelle du triangle si l'on procède par cette approche.

Supposons que l'on considère un nouveau sommet I appartenant au triangle ABC aux coordonnées (150,87,10).

Question 16 En réalisant un calcul d'illumination direct (sans passer par une interpolation), donnez la couleur associée à ce sommet.

Question 17 Comparez cette valeur à celle que vous aviez calculée précédemment pour le pixel (150,87) de l'image. Vous semble-t-elle plus raisonnable ?

Question 18 Décrivez l'aspect visuel de ce triangle, si l'on généralise cette approche en calculant l'illumination directement pour tous les sommets correspondant à un pixel de l'image.

La méthode d'interpolation de couleur vue en TP réalisée d'après les 3 sommets du triangle est désignée par l'approche de Gouraud. Une autre approche existe, désignée sous le terme d'interpolation de Phong (similaire au calcul d'illumination), elle consiste à calculer pour chaque pixel de couleur, la normale et l'illumination réelle qui lui est associée.

Question 19 (10 min) Quel avantages/inconvénients voyez-vous à chacune de ces méthodes. Donnez des exemples concrets d'utilisations.

Dans le cas général, l'approche de Phong nécessite de connaître la normale associée à chaque pixel. Il faut ainsi être capable d'interpoler non plus des couleurs, mais des normales.

Supposons désormais que le triangle A, B, C soit une part d'un objet plus grand. La normale en A est donnée par $\mathbf{n}_A$, la normale en B est donnée par $\mathbf{n}_B$, la normale en C est donnée par $\mathbf{n}_C$. Notez que ces trois normales ne sont pas nécessairement identiques afin de donner un aspect non-planaire au triangle (effet appliqué au TP1 lors de l'affichage de maillages).

Question 20 (10 min) Proposez une méthode d'interpolation permettant de calculer une normale unitaire interpolée en tout point du triangle A, B, C . Quels sont les critères à satisfaire ? Proposez une formule d'interpolation. Analysez votre formule, quels sont ses inconvénients ?