

Examen de Synthèse d'images avancée

Mars 2004, durée 2h00.

Les différentes parties du sujet sont indépendantes. Il y a de **nombreuses questions** et certaines ne méritent qu'une réponse courte. On conseille dans tous les cas d'explicitier ses propos à l'aide de **dessins**. Prévoir environ 15-20 minutes par partie.

1 Rendu à base d'images

On paramétrise une version simplifiée (4D) de la fonction plénoptique à l'aide de 2 plans parallèles, un rayon de lumière étant paramétré par ses deux intersections avec ces plans (voir Fig 1, en 2D). Comme dans l'article *Light Field Rendering*, on échantillonne l'ensemble de ces rayons en discrétisant les deux plans. On raisonne désormais en 2D, les résultats s'étendant naturellement à la 3D.

L'ensemble des rayons passant par un s donné est représenté par une image \mathcal{I}_s (de 1 pixel de haut dans notre cas 2D simplifié), dont chacun des pixels correspondant à un échantillon en u . Le rayon (s, u_i) est ainsi représenté par le pixel i de \mathcal{I}_s , dont la couleur correspond à celle de l'objet vu selon cette direction.

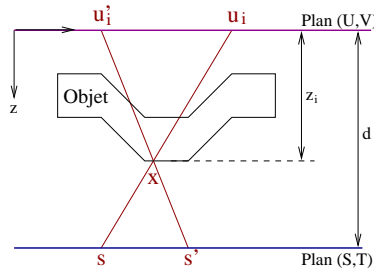


Figure 1: Représentation 2D de la paramétrisation du *Light Field*

On suppose que l'on a une représentation 2D (éventuellement grossière) d'un objet placé entre les deux plans (à une position connue) et que l'on souhaite afficher en utilisant un *Light field*.

- On suppose connus s et \mathcal{I}_s . Expliquer pourquoi et comment chaque pixel u_i de \mathcal{I}_s peut être utilisé pour remplir une *nouvelle* image $\mathcal{I}_{s'}$, correspondant à celle prise depuis un point s' arbitraire. Utilisez pour cela les notations de la Figure 1, et exprimez u'_i , pixel correspondant dans $\mathcal{I}_{s'}$ au pixel u_i de \mathcal{I}_s .

On est ainsi capable de reconstruire à partir d'une seule image prise depuis s , les images correspondant à des points s' quelconques (situés dans le plan (S, T)).

- Montrer que dans certains cas, plusieurs pixels u_{i_1}, u_{i_2}, \dots peuvent se projeter sur le même pixel u'_i . Faites un dessin pour illustrer ce cas.
- Lorsque c'est le cas, comment faire pour choisir parmi les $(u_{i_1}, u_{i_2}, \dots)$ le pixel dont la couleur va être utilisée pour u'_i ? Pourrait-on utiliser plusieurs des $(u_{i_1}, u_{i_2}, \dots)$?
- Quelle est la conséquence sur la qualité des $\mathcal{I}_{s'}$ de ce *mapping* non bijectif ? Concluez sur l'intérêt de cette méthode.

2 Représentations alternatives

Dans un algorithme de rendu par points, l'objet est discrétisé par un ensemble de points en 3D. Pour calculer l'image correspondant à un point de vue donné, il faut projeter ces points sur le plan image.

On suppose être capable de ne pas prendre en compte les points situés sur les parties cachées de l'objet.

- Dans l'idéal, à chaque pixel correspond un et un seul point en 3D, et la couleur du pixel est alors simplement celle du point 3D. Ce cas est-il réalisable ?
- Que se passe-t'il si on a *moins* de 1 point 3D pour certains pixels ?
- Lorsqu'on a *plus* de 1 point 3D par pixel, on choisit celui dont la distance à l'œil est la plus faible. Quel problème cela peut-il causer ?
- On choisit de *moyenner* les couleurs des différents points se projetant sur un pixel donné. Les articles concernés parlent alors de *Elliptical Weighted Average* (EWA). Pouvez-vous expliquer d'où peut provenir ce terme d'"elliptique" (c'est à dire lié à une ellipse) ?

3 Calcul des ombres

On s'intéresse à la méthode des *shadow volumes* ainsi qu'à son extension dans l'article de T.Möller, *Approximate Soft Shadows on Arbitrary Surfaces using Penumbra Wedges*.

1. Quels sont les avantages et les inconvénients de la méthode de Möller par rapport à celle de Herf & Heckbert ?
2. La méthode de Möller suppose implicitement que la source est sphérique. Dans quelle mesure cette approximation est-elle acceptable ? Construisez un cas particulier dans lequel l'erreur sera apparente.
3. Dans la méthode originale des *shadow volumes*, que se passe-t-il si le point de vue est dans l'ombre ? Proposez une solution pour y remédier.

4 Éclairage Global

On résout par la méthode de radiosité classique (fonctions de base uniformes par morceaux) un problème de simulation de l'éclairage. Le maillage est supposé constant. On note B^n le vecteur des valeurs de radiosité à l'étape n .

1. Rappeler comment, dans le cas du *gathering*, B^{n+1} est relié à B^n par une itération matricielle.
2. Quelle est la formulation matricielle pour le cas du *shooting* ? Vérifiez qu'elle est équivalente à celle du *gathering*.

On s'intéresse maintenant à la version hiérarchique de l'algorithme de radiosité. Le maillage est toujours supposé fixe.

1. Pourquoi la matrice des facteurs de forme n'est-elle plus nécessairement carrée ?
2. Exprimer cependant chaque iteration comme une opération matricielle sur les éléments hiérarchiques de plus bas niveau.

5 Textures & NPR

1. Décrivez *rapidement* le principe des *image analogies*. En particulier, à quoi servent les *features* ?
2. On suppose que l'on dispose d'un logiciel qui fait un rendu NPR d'une géométrie 3D. En comparant par la méthode des *image analogies* une image ainsi obtenue et un rendu photoréaliste classique, peut-on capturer le style utilisé ? Quels éléments de style non-photoréaliste ne pourront pas être ainsi capturés ?