HAL
open science

Espace et lumière, vers une simulation interactive de l'éclairage

Thomas Muller, Jean Sanchez, Julien Roger

To cite this version:

Thomas Muller, Jean Sanchez, Julien Roger. Espace et lumière, vers une simulation interactive de l'éclairage. Colloque Maquette virtuelle et patrimoine, Mar 2003, Cluny, France. hal-02932420

HAL Id: hal-02932420

https://hal.science/hal-02932420v1

Submitted on 7 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

"Espace & Lumière"

Vers une simulation interactive de l'éclairage

Thomas Muller, Jean Michel Sanchez, Julien Roger

Institut Image-ENSAM
2, rue Thomas DUMOREY
71100 Chalon sur Saône
33 (0)3 85 90 98 60 / 33 (0)3 85 90 98 61
thomas.muller@cluny.ensam.fr roger@cluny.ensam.fr sanchez@cluny.ensam.fr

Résumé : Une image est une vue, à un instant donné, de l'équilibre lumineux présent dans une scène. Cet équilibre résulte d'un système complexe où l'énergie provenant des sources est re-distribuée dans l'espace par les matériaux appliqués aux formes. Si cet équilibre est perturbé par une modification des conditions lumineuses, l'image précédente n'est plus valide. En cela elle ne représente qu'un instant d'un lieu et non le lieu lui même. Nous proposons ici une approche pour la simulation interactive de l'éclairage dans une scène complexe. Une application à cette étude étant la production d'images vivantes et confondantes dans le cadre de la réalité augmentée.

Mots clés : Illumination globale, lumière interactive, images confondantes.

1 - Lumière interactive

Lors de la création d'une image, une photo par exemple, ce qui est représenté est le résultat d'un équilibre. Il s'agit d'un état stable ou la lumière est distribuée dans une scène suivant un système défini par les sources, les géométries et les matières présentes. Chaque modification d'un des trois paramètres, formes, lumière, matière implique l'établissement d'un nouvel équilibre. L'aspect même d'un objet va être déterminé par ces trois composantes sans qu'il soit possible de définir une frontière exacte entre chacune d'elles. "La lumière crée les formes". "L'aspect engendre des volumes"...etc.

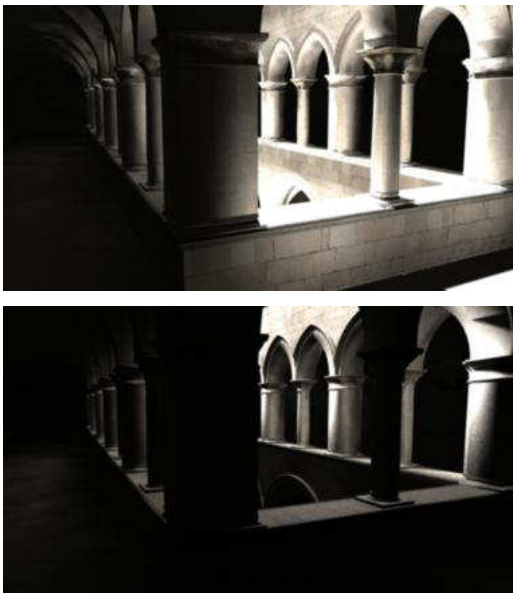

Figure 1: La lumière modélise l'espace

Alors que la géométrie et bien traitée en synthèse d'image, et que le rendu lumineux commence à être relativement bien maîtrisé, la notion d'interactivité de l'éclairage est peu abordée. Pourtant cette notion est à la base même de notre perception du temps. Le temps qui passe, comme le temps qu'il fait. En effet, si l'on considère une image d'un lieu, on ne considère qu'une vue d'un état passé - ou possible - de ce lieu mais en aucun cas le lieu lui même. Une vue d'un lieu devrait considérer l'évolution de ce lieu, en particulier son évolution lumineuse. C'est un lieu commun que de dire qu'un paysage n'est jamais le même, que chaque jours le lever du soleil est un spectacle nouveau. Sachant cela, est-il raisonnable de vouloir cantonner la synthèse d'image à de "simples" productions "photo réalistes"? Ne peut on pas aller plus loin? Peut on parler de "réalité virtuelle" si elle n'est pas réalité, c'est à dire changeante.

2 - Objectifs

Nous nous proposons de réaliser des vues de sites probables ou disparus dans des conditions d'éclairage variables et imprévisibles en réalité augmentée. Pour cela, nous devons obtenir les conditions d'éclairage réelles instantanées et les appliquer interactivement sur la scène virtuelle. Malgré la contrainte d'interactivité, nous ne souhaitons pas faire de compromis sur la qualité de la simulation lumineuse. En particulier nous souhaitons profiter des dernières avancées de la recherche en simulation de l'éclairage (Prise en compte des inter-réflexions diffuses, réflexion, réfraction, dispersion ...etc.).

3 - Capture de l'éclairage

Dans une scène réelle, si il n'y a pas éclairage artificiel, la source de lumière unique est le soleil. Si l'on cherche à résoudre l'équation du rendu[1] à cette échelle il faut considérer la diffusion de la lumière dans l'atmosphère. Le calcul des inter-réflexions en milieu participatif (ciel nuageux par exemple) est un calcul complexe et qui ne peut rendre compte de l'état réel instantané de la luminance provenant du ciel. D'autre part l'origine de la participation du ciel à l'équilibre lumineux d'une scène est suffisamment éloigné pour; Un, considérer que les inter-réflexions scène locale/ciel sont nulles. Deux, que l'éclairage direct d'un objet de la scène ne dépend pas de la position de cet objet dans l'espace local. Considérant cela on peut estimer que la voûte du ciel est une source lumineuse dans son ensemble.

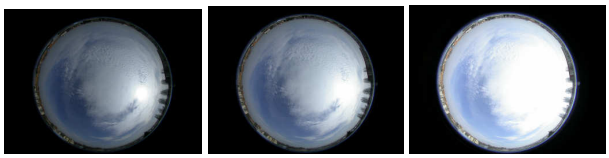

Figure 2 : Dynamique d'un ciel de printemps

Pour capturer l'éclairage, il faudrait pour bien faire utiliser des outils de mesures photométriques donnant des valeurs précises, dans le domaine spectral, de la luminances incidente pour chaque direction de l'hémisphère. La différence entre ces mesures et une simple photo faite avec un fish-eye réside dans la qualité des données (spectrale, correspondance colorimétrique suivant profils) mais aussi dans la dynamique des données non bornées. Les travaux de différents chercheurs (dont G.J. Ward et Paul Debevec) ont montré que l'on pouvait générer une approximation de la dynamique des mesures en réalisant des séries de photos échantillonnées en exposition. Ces travaux ont proposé un nouveau format d'images, le format HDRI (High Dynamic Range Image). L'utilisation de ce format permet une bonne qualité de restitution de la luminance et une grande souplesse d'utilisation.

Nous avons expérimenté cette technique pour la capture de cartes de luminances en temps interactif (10 secondes par image). Le matériel utilisé est un simple appareil photo numérique réglable en manuel et un objectif 180° (fish-eye). Les photos sont assemblées en HDRI pour servir d'éclairage à la scène virtuelle.

[1] Equation qui décrit entièrement les interactions lumineuses dans une scène.

4 - Ré-illumination virtuelle

Le calcul de l'équilibre lumineux dans une scène implique la résolution de l'équation du rendu. Cette équation ne peut être qu'approchée par un calcul numérique. Plus la résolution est réaliste (physique) plus les temps de calcul sont importants. Actuellement, pour obtenir une image physico-réaliste d'une scène quelconque, plusieurs heures de calcul peuvent être nécessaires, sans que ce temps de calcul soit prévisible. La méthode que nous développons cherche à réduire et à prévoir ces temps de calcul dans un objectif d'interactivité. Nous nous basons sur une base de données pré-calculée pour n'effectuer que le coeur du rendu lors de l'illumination.

5 - Conclusion

Grâce à ces travaux, nous espérons rapidement pouvoir situer dans un espace réel -en réalité augmentée- des éléments virtuels tels des bâtiments disparus ou futurs. La lumière interactive permet d'obtenir des images confondantes ou réel et virtuel sont indissociables... entremêlés.

Notre étude est contrainte à la fixité du point de vue. D'autres travaux sont en cous à l'Institut Image qui prennent en compte la liberté du point de vue, mais contraignent en contre partie les matériaux. Nous espérons dans des travaux futurs lier les deux approches.

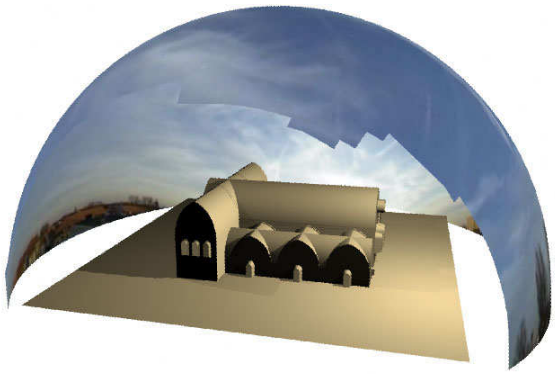

Figure 3: Eclairage d'une scène virtuelle par un environnement réel.

6 - Bibliographie

[1] Paul Debevec" Acquiring the Reflectance Field of a Human Face" SIGGRAPH 2000 Conference Proceedings

[2] Paul Debevec Jitendra Malik : "Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs" SIGGRAPH 1997