



Vers plus de Réalisme en Synthèse d'Image

Kadi Bouatouch
INRIA/Université de Rennes 1
Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France
e-mail : kadi@irisa.fr

Mots Clés : *synthèse d'image, modélisation, simulation, éclairage, animation, parallélisation.*

La synthèse d'image a connu une évolution significative durant ces trois dernières décennies. En effet, il y a peu de temps c'était un ensemble de techniques permettant de produire différents effets (perspective, ombres, transparence, textures...) qui reproduisent plus ou moins fidèlement les effets lumineux réels. Elle s'appuyait uniquement sur des modèles empiriques et son seul but était d'obtenir une représentation de ces effets sans chercher à les reproduire fidèlement. Le but recherché était alors le *réalisme*.

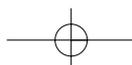
Depuis une vingtaine d'années la synthèse d'image prend une direction plus scientifique en s'appuyant sur différents domaines de la science tels que les mathématiques appliquées (résolution de grands systèmes d'équations, analyse fonctionnelle, optimisation, Monte Carlo, classification de données), les techniques géométriques (simplification de maillages, surfaces paramétriques, modélisation à base de points), la physique (réflexion surfacique, réflexion sous-surfacique, diffusion dans des milieux semi-transparentes), l'informatique (gros développement, parallélisme, réseau, streaming, programmation de cartes graphiques), la perception visuelle, la colorimétrie, la vision par ordinateur, le matériel (de restitution, pour la réalité virtuelle, la capture de mouvements, l'acquisition de la géométrie)

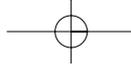
L'objectif visé est de reproduire le plus précisément possible la réalité que ce soit dans le domaine du rendu ou celui du mouvement des objets et des humanoïdes.

Le processus de création d'une image de synthèse comprend quatre parties [8] : la modélisation géométrique, la simulation des interactions lumière-matière (ou technique de rendu ou simulation d'éclairage), la visualisation (rendu) et l'animation (création de séquences d'images animées).

La modélisation géométrique consiste d'une part à créer des objets et à les placer dans un repère cartésien, d'autre part à leur associer des paramètres géométriques (rayon et centre pour une sphère, liste de sommets pour un polygone, normale...) et des paramètres d'aspect (réflectivité, transparence, textures, couleurs...). En plus des modélisateurs 3D, il existe aujourd'hui plusieurs systèmes d'acquisition de la géométrie 3D d'objets simples ou complexes à base de Lasers, caméras, GPS ou vues aériennes.

Après l'étape de modélisation, des sources de lumière sont placées dans l'environnement créé (ou scène) et la simulation de l'éclairage de cet environnement est réalisée. Il s'agit en fait de calculer toutes les interactions entre les sources de lumière et les objets de la scène telles que : multiples réflexions, diffusion (dans un milieu tel que fumée, brouillard...) transmission (à travers des objets





transparents), reflats. Le résultat est l'énergie lumineuse émise en chaque point de chaque surface de l'environnement et dans toutes les directions.

Une fois la simulation de l'éclairage terminée, le processus de visualisation peut commencer. Il consiste à placer dans la scène un observateur (point de vue), appelé aussi caméra, et un écran virtuel (grille de petites surfaces carrées appelées pixels) sur lequel seront projetés les objets de la scène et enfin fixer une direction de vue formée par l'observateur et un point de visée choisi par l'utilisateur. L'énergie lumineuse reçue par l'observateur à travers chaque pixel est déterminée et convertie en trois composantes RVB (rouge, vert, bleu). L'image de synthèse obtenue est représentée alors par un tableau à deux dimensions de triplets RVB.

L'animation consiste à décrire le mouvement des objets de la scène, de la caméra, des sources de lumière et les changements d'aspect de ces objets dans le temps. Tout objet mobile est caractérisé par une trajectoire spatio-temporelle. Le résultat du module d'animation est une séquence d'images de synthèse (50 par seconde). En effet tous les cinquantièmes de seconde une image est calculée en tenant compte de la nouvelle position des objets mobiles.

Les nouveaux jeux vidéos [6] ainsi que les nouveaux films d'animation nécessitent de plus en plus de réalisme [1, 3, 4, 5] :

- Eclairage : direct, indirect, cartes d'environnement, tone mapping, HDR (High Dynamic Range).
- Impression de profondeur : vision stéréoscopique, écrans multivues.
- Animation d'humanoïdes : démarches réalistes, capture de mouvement, etc.
- Géométrie : capteurs 3D (Laser), plusieurs caméras, objets naturels (arbres, here, plantes).
- Effets spéciaux.
- Réalité augmentée : mélange d'objets réels et virtuels.
- Immersion : casques et lunettes stéréoscopiques, outils d'interaction avec les objets virtuels.

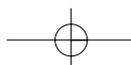
D'autres applications de réalité virtuelle [2] sont de plus en plus demandeuses de techniques de synthèse d'image et de plus en plus de réalisme telles que : la simulation d'intervention chirurgicale (imagerie médicale) [7], téléopération (centrale nucléaire), simulation d'intervention dans l'espace (satellites, télescope), formation.

Le réalisme est obtenu au prix de beaucoup de calculs. Les GPU (Graphics Processor Unit) ont permis de décharger le processeur principal (CPU) des calculs 3D les plus coûteux grâce leur architecture parallèle (SPMD) et leur programmation. En effet, un GPU (une carte graphique) contient plusieurs processeurs exécutant le même code mais sur des données différentes. Ainsi des dizaines de sommets et de polygones et des dizaines de pixels sont traités en parallèle, chacun par un processeur différent.

Cet exposé a pour objectif de montrer les techniques permettant d'augmenter le réalisme des images de synthèse, les différents domaines d'application, les différents matériels d'acquisition de mouvement et de géométrie, ainsi que les matériels de restitution. Ces méthodes et techniques font appel à différents domaines de la science, ces domaines seront évoqués lors cet exposé.

Références

- [1] Per H. Christensen. Faster photon map global illumination. *Journal of Graphics Tools*, 4(3) :1-10, 1999.
- [2] Fuchs et autres. *Le traité de la réalité virtuelle, volumes 1-4*. Les Presses Mines Paris Tech, 2006.





- [3] Pascal Gautron, Jaroslav Krivanek, Kadi Bouatouch, and Sumanta Pattanaik. Radiance cache splatting : a gpu-friendly global illumination algorithm. In *Eurographics Symposium on Rendering 2005*, page 36, 2005.
- [4] Henrik Wann Jensen. Global illumination using photon maps. In *Proceedings of the eurographics workshop on Rendering techniques '96*, pages 21–30, 1996.
- [5] Jaroslav Krivanek, Pascal Gautron, Sumanta Pattanaik, and Kadi Bouatouch. Radiance caching for efficient global illumination computation. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 11(5), 2005.
- [6] Frank D. Luna. *Introduction to 3D Game Programming with DirectX 9.0cA Shader Approach*. Wordware Publishing, Inc, 2006.
- [7] M.D. Fujino Toyomi. *Simulation and Computer-Aided Surgery*. John Wiley & Sons Inc, 1994.
- [8] Alan Watt. *3D Computer Graphics*. Addison-Wesley Pub, 2000.

