

Mathématiques et Cinématographe

Jean-François Colonna

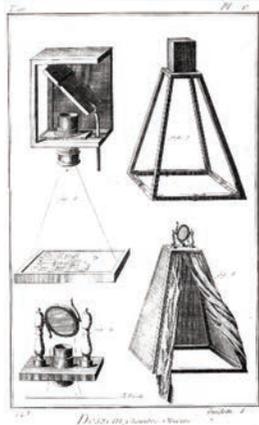
Centre de Mathématiques Appliquées de l'Ecole Polytechnique

Depuis l'aube de l'humanité, l'homme cherche à matérialiser et conserver une trace de ses perceptions visuelles. Avec ses mains comme outil et des pigments naturels comme le charbon de bois pour uniques matériaux, il a d'abord couvert les murs des grottes préhistoriques d'animaux et de scènes de chasse. Puis, des outils plus complexes, plus performants furent imaginés : pinces, compas, *camera obscura*... Vinrent ensuite les inventions de Niepce et Daguerre pour la photographie et



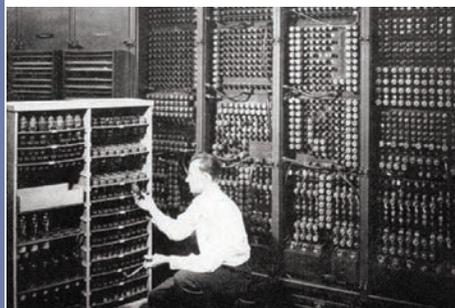
Dessin des grottes de Lascaux

Camera Obscura,



des frères Lumière pour le cinématographe. Elles permirent de figer instantanément la réalité ou d'en conserver la dynamique, sans toutefois se substituer aux techniques plus ancestrales.

Dans les années 1940, John Von Neumann, Alan Turing et bien d'autres encore inventèrent l'ordinateur. Même si cette machine ne sait a priori faire que les quatre opérations arithmétiques élémentaires, elle est programmable et possède de la mémoire. Tout calcul mathématique, à condition qu'il ait été transcrit dans ce simple langage, peut donc y être effectué. Or les processus visuels primaires consistent en projections, sur la rétine, de scènes évoluant dans l'espace tridimensionnel. Donc, il nous suffit de les



décrire mathématiquement, pour être capable, à l'aide des ordinateurs, d'en calculer les images : c'est la Synthèse d'Image.

Nées principalement dans les années 1960 dans l'Utah, les techniques correspondantes, à la fois matérielles et logicielles, ont connu un progrès phénoménal grâce, d'une part à ceux des technologies sous-jacentes comme celle des circuits intégrés, d'autre part à une compréhension toujours meilleure des phénomènes optiques comme l'interaction entre la lumière et la matière, des mécanismes de la vision et enfin à des avancées algorithmiques. C'est pourquoi, aujourd'hui, ces techniques sont omniprésentes : conception assistée par ordinateur (CAO), visualisation scientifique, publicité et évidemment cinématographe... Elles ont atteint un tel niveau de perfection que même l'œil le plus averti, ne peut plus faire la différence entre une image naturelle et une image de synthèse sauf, évidemment, volonté contraire du créateur ou encore lorsque son contenu est tout simplement irréel...

Quelles sont les différentes étapes qui permettent d'aller de l'idée à l'image ?

La première est celle de la modélisation. Il s'agit de décrire mathématiquement, puisque c'est l'ordinateur qui est l'outil fondamental, les scènes à représenter. Cela constitue bien souvent plus de 50% du travail car, autant il est simple de décrire à un ordinateur un cube parfait, autant cela sera complexe quand il s'agit de King Kong.



Fort heureusement, il y a dans ce domaine un cumul évident des expériences passées : c'est ainsi qu'il existe des bases de données de modèles d'objets utiles, des automobiles par exemple, et que d'autre part la recherche industrielle est très active dans ce domaine. C'est ainsi qu'au cours de ces dernières années des progrès décisifs ont été accomplis dans la description des cheveux et des fourrures, ainsi que dans ceux de nombreux autres phénomènes naturels comme l'eau, la fumée, la croissance des plantes, les nuages,... ou encore les mouvements de foules et d'armées vus dans la trilogie "Le seigneur des Anneaux" qui furent modélisés par une multitude d'agents intelligents simulés en interaction.



La plupart des objets intervenant ne sont pas statiques : ils se déplaceront les uns par rapport aux autres et évolueront. Plusieurs procédés sont alors disponibles : langages descriptifs, *motion capture* qui consiste

Mathématiques et Cinématographe

à introduire dans l'ordinateur des mouvements réels effectués, par exemple, par des acteurs de chair et d'os...

Enfin, ces scènes virtuelles doivent être éclairées et "baignées" éventuellement dans certaines ambiances (brouillard, pluie,...).



WWW.LESEIGNEURDESANNEAUX.COM

La seconde étape est évidemment le calcul des images selon certains paramètres liés à la position, à l'orientation et aux caractéristiques (focale, diaphragme, défauts éventuels,...) de la caméra virtuelle. Cela fait appel à des centaines d'ordinateurs en réseau sur lesquels sont distribués les différents calculs nécessaires :

- à l'élimination des objets situés hors du champ ou bien cachés,
- au calcul et au texturage des différentes surfaces,
- à la projection,
- et à l'élimination de défauts liés à la nature mosaïque des images numériques...

La troisième étape consiste en des posttraitements destinés, si cela est nécessaire, à combiner entre-eux plusieurs flots d'images, images de synthèse qui viennent d'être calculées ou images "naturelles".

Paysage de montagne Jean-François Colonna

Enfin, la quatrième, et dernière étape, consiste en un transfert sur un support approprié magnétique ou chimique, suivant les besoins.

De nombreux progrès sont encore à venir, même si un certain niveau de perfection a été atteint. Ainsi, ces techniques, liées à celles de l'intelligence artificielle, permettent d'envisager des systèmes automatiques de narration et de mise en scène. Elles sont utiles à la fois aux jeux vidéo et au cinéma interactif où le spectateur, s'il le souhaite, devient un élément important du processus créatif : acteur ou metteur en scène. Enfin, les techniques dites de "réalité virtuelle" permettront une immersion toujours meilleure dans les univers virtuels surgis de nos ordinateurs...

JFC

Pour en savoir plus

La Recherche n°191

Le cinéma assisté par ordinateur par JF Colonna

Computer Graphics World