

Images de synthèse

François Faure
INRIA Rhône-Alpes

Toute forme créée, même par l'homme, est immortelle. Car la forme est indépendante de la matière, et ce ne sont pas les molécules qui constituent les formes.

Charles BAUDELAIRE

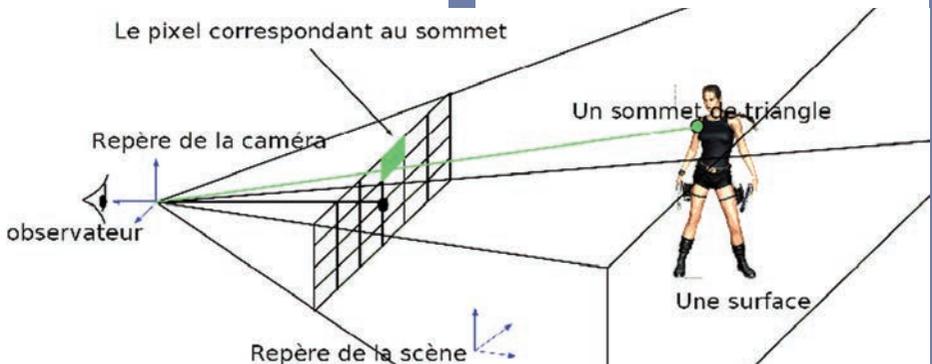
L'expression image de synthèse désigne toute image créée entièrement sur ordinateur et dont l'origine n'est ni photographique ni un dessin à la main effectué selon une technique traditionnelle. La création graphique sur ordinateur se popularisant, l'expression a de plus une connotation de prouesse technique. Les images de synthèse d'aujourd'hui sont la conjugaison de plusieurs grandes techniques de production d'images par ordinateur dont essentiellement le dessin vectoriel et le dessin point par point. On imagine bien que les mathématiques ne sont pas très loin.

Quelques outils mathématiques dans les jeux vidéo

Le réalisme atteint par certains personnages de jeu vidéo nous fait parfois oublier qu'ils ne sont que des séquences de nombres ! Nous examinons ici quelques techniques mathématiques impliquées dans la chaîne de calculs conduisant à l'écran.

L'écran se compose d'une grille rectangulaire de pixels, chacun pouvant afficher une couleur représentée par trois nombres: niveau de rouge, de vert, de bleu. Le problème de la synthèse d'images est donc de décider ces valeurs pour chaque pixel.

Les surfaces des objets sont représentées par des points de l'espace reliés entre eux et formant des maillages de surfaces élémentaires : des triangles.



Géométrie du système de projection du repère de la scène vers les pixels de l'écran

Images de synthèse

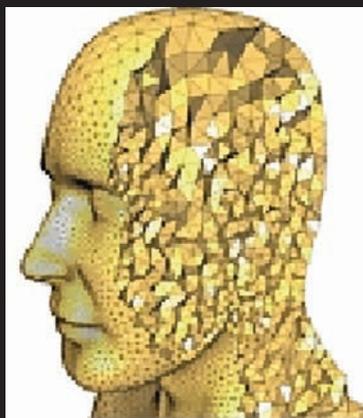
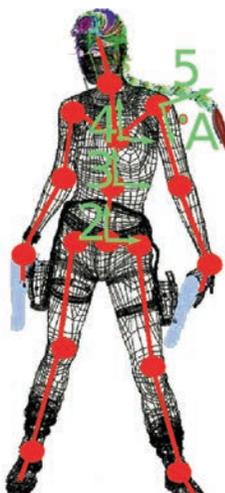
L'affichage d'un triangle se déroule en deux phases principales :

- d'abord, par projection du pixel de chaque sommet ainsi que certains attributs de distance, matériau, orientation, lumière et motif de remplissage (calculs en trois dimensions),
- ensuite, par affichage de tous les pixels du triangle formé à l'écran, en effectuant les moyennes pondérées des attributs des sommets (calculs en deux dimensions).

Tout point de l'espace à trois dimensions peut se représenter par trois valeurs, ses coordonnées associées à un repère. Elles décrivent les déplacements à effectuer dans chacune des trois directions élémentaires du repère pour se rendre de l'origine du repère au point considéré. Connaissant les coordonnées d'un point dans le repère du monde virtuel, sa projection vers l'écran nécessite de calculer d'abord ses coordonnées dans un repère lié au point de

Une hiérarchie de repères intervenant dans un personnage articulé :

les changements de repères doivent se faire successivement et les calculs font intervenir des produits de matrices.



Maillage en 3D pour la simulation

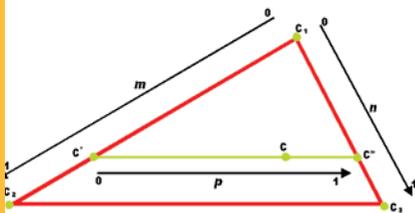
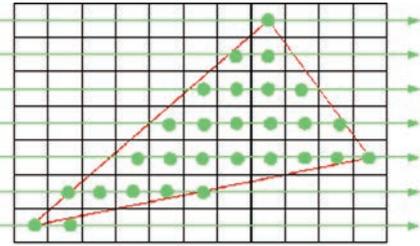
vue de l'observateur. Ce changement de repère s'effectue par des opérations impliquant un tableau de nombres et appelé *matrice de passage*. La projection vers la rétine d'une caméra virtuelle représentant l'écran s'effectue ensuite à l'aide d'une autre matrice.

Pour projeter plusieurs points représentés dans un même repère, il est plus efficace de combiner préalablement ces deux matrices en une seule, pour obtenir la matrice de passage entre le repère de la scène virtuelle et l'écran.

Une fois déterminée la projection de chaque sommet d'un triangle dans l'espace à deux dimensions de l'image, il reste à calculer la couleur de chaque pixel (sommets, côtés, intérieur) du triangle.

Pour cela, on effectue des moyennes pondérées (interpolations) des attributs des sommets, en appliquant des coefficients plus importants aux sommets les plus proches. Sur le côté C1C2, on utilise le paramètre m variant de 0 à 1 en allant de C1 à C2.

Images de synthèse



Principe de balayage de pixels d'un triangle avec interpolation des attributs des sommets.

Toute valeur $v(C')$ au point C' vaut alors $(1-m)v(C1)+mv(C2)$.

On itère l'opération sur les deux autres côtés.

Les valeurs à l'intérieur du triangle sont interpolées d'après les valeurs des côtés. Nous n'avons présenté ici que quelques exemples d'utilisation des mathématiques pour l'affichage d'objets virtuels.

Les mathématiques sont, et deviendront plus encore, omniprésentes dans le jeu vidéo.

FF

Les activités de recherche à l'INRIA sont menées au sein de groupes de travail appelés des *projets de recherche* et *équipes de recherche*.

François Faure travaille dans un de ces pôles, celui des Systèmes cognitifs, au projet EVASION. Le projet EVASION a été créé au 1er janvier 2003. Il regroupe cinq chercheurs ou enseignants-chercheurs permanents, onze étudiants en thèse et un ingénieur expert. Ses travaux de recherche sont dédiés à la modélisation, à l'animation, et à la visualisation d'objets et de phénomènes naturels. Pour cela, deux grands axes de recherche sont privilégiés : d'une part, le développement d'outils fondamentaux destinés à la spécification de scènes et d'objets naturels complexes, à la mise au point de modèles alternatifs pour la forme, le mouvement et l'apparence ainsi qu'à la conception d'algorithmes reposant sur un niveau de détail adaptatif pour gérer au mieux la complexité ; d'autre part, la validation de ces outils sur des scènes naturelles spécifiques, qui vont du monde minéral (océan, ruisseaux, lave, avalanches, nuages) au monde animal (simulation d'organes, visages corps et chevelure d'un personnage, mouvements d'animaux), en passant pas les scènes végétales (morphogénèse de plantes, prairies, arbres).

Pour en savoir plus

INRIA

www.inria.fr