

Principe des logiciels de modélisation 3D

Sources principales : http://fr.wikipedia.org/wiki/Infographie_tridimensionnelle

http://anim3dvideo.free.fr/mainmenu/index.php?option=com_content&view=article&id=68:definition-infographie-3d&catid=35:definition-general&Itemid=100

1 - Description et principe d'un logiciel de modélisation 3D.

Un logiciel de modélisation 3D, ou modeleur 3D, est un logiciel qui sert à créer des scènes 3D, composées de formes complexes, ou objets, en trois dimensions à partir de primitives de bases ou de définition analytique.

Les logiciels de modélisation 3D se basent essentiellement sur la manipulation de formes de base dans un espace tridimensionnel sur trois axes généralement notés X, Y, Z. Ces formes de base utilisées peuvent être des cubes, des sphères ou des cônes, mais aussi des courbes de Bézier ou des NURBS. L'utilisateur peut en ajouter ou en enlever à volonté.

La synthèse d'image tridimensionnelle fait appel à un espace vectoriel. Cet espace est décomposé en trois dimensions sur les axes cartésiens, nommés habituellement X, Y et Z.

Prenons, dans une pièce, un point de référence, et définissons des directions gauche-droite (X), avant-arrière (Y) et haut-bas (Z). Pour aller de l'origine à un point donné, il faut faire :

- x mètres vers la droite ;
- y mètres vers l'avant ;
- z mètres vers le haut.

Si l'on peut permuter l'ordre dans lequel on peut faire le déplacement, cette combinaison (x, y, z) est unique : un point de la pièce est représenté par un triplet unique, et un triplet représente un seul point de la pièce (voir Repérage dans le plan et dans l'espace, Système de coordonnées cartésiennes et Géométrie analytique). Ce triplet de valeurs s'appelle les coordonnées du point.

Le point de référence est appelé « l'origine » et se note habituellement O, il correspond au triplet (0,0,0).

Se déplacer d'une valeur à gauche équivaut à se déplacer d'une valeur $-a$ à droite. Reculer d'une valeur b équivaut à avancer de $-b$. Descendre d'une valeur c équivaut à monter de $-c$.

Prenons maintenant un volume simple, un polyèdre. Ce polyèdre peut être défini par les coordonnées de ses sommets. Par la donnée d'une série de valeurs [(x1, y1, z1) ; (x2, y2, z2) ; ... ; (xn, yn, zn)], on définit ce volume.

Prenons par exemple les huit points :

(-4, -4, -4) (-4, -4, 4) (-4, 4, -4) (-4, 4, 4) (4, -4, -4) (4, -4, 4) (4, 4, -4) (4, 4, 4)

Ces huit points définissent les sommets d'un cube dont l'arrête a une longueur 8, et dont le centre est en O.

On a ainsi représenté un cube par un ensemble de valeurs. Cet espace est également appelé une matrice tridimensionnelle ou « virtuelle » dans le monde de l'imagerie 3D.

Quelle est donc la différence fondamentale avec la 2D ?

En effet, au final, on a donc bien une image 2D. Cette image aurait très bien pu être dessinée directement en 2D, mais elle a été calculée, générée à partir du modèle 3D.

Le monde de la 3D en images de synthèse est, effectivement, mathématiquement réel. Mais le mécanisme ici est inversé, tel un dessinateur reproduisant sur papier carton une œuvre sculptée sous tous ses angles. L'image en deux dimensions résultant du rendu d'une scène tridimensionnelle n'est autre que le sous-produit de ce monde virtuel « filaire ». Les possibilités de cette technologie sont infinies, tout comme un artiste dessinateur pourrait reproduire la réalité sous une infinité d'angles et de paramètres différents.

Contrairement à une image tridimensionnelle classique, une image tridimensionnelle volumétrique (ou volumique), donne une valeur à tous les points de l'espace (calculs matriciels). Ceux-ci sont reliés (ou non) entre eux afin de constituer des polygones que l'on appelle communément des facettes. Ces facettes interconnectées entre elles à leur tour, constituent au final l'objet 3D en question. Par ailleurs, d'autres points peuvent se trouver eux aussi à l'intérieur même de l'objet, ceux-là même auxquels on peut attribuer des fonctions spécifiques supplémentaires, conférant à l'objet une impression de masse en plus du volume (ex. : Objet plein / Objet creux).

En pratique, la synthèse d'image 3D se décompose essentiellement en deux principales étapes, la modélisation et le rendu.

2 - LA MODELISATION :

Modéliser ce que l'on veut visualiser ou représenter.

La modélisation va consister à faire stocker par l'ordinateur un ensemble de données géométriques et de caractéristiques graphiques permettant de représenter ensuite le modèle. Ce modèle est habituellement appelé scène 3D, d'après l'anglais « *scene* » qui signifie « vue », on dira donc « vue 3D ». Il y a différents types de modélisation:

- CSG (Constructive Solid Geometry, géométrie constructive des solides) : les objets sont définis par des opérations (unions, intersections...) sur des formes géométriques dans l'espace (polyèdres, sphères, cônes, courbes de Bézier, splines, NURBS...). Cette méthode est bien adaptée pour la création ex nihilo, puisqu'elle correspond bien à la façon dont l'esprit humain se représente la forme des objets.

- B-Rep (Boundary Representation, représentation par frontières) : la surface de chacun des objets est limitée par des formes géométriques 2D (généralement des triangles). C'est le format naturel de sortie des scanners 3D qui mesurent les cotes de points à la surface des objets. C'est aussi la représentation généralement utilisée par les dispositifs d'affichage accélérés pour la 3D.

- Splines, où les surfaces sont décrites par des courbes formant un treillis.

- Surfaces implicites, où les objets à représenter sont décrits par des surfaces joignant des volumes, le plus souvent des sphères.

•Voxels, reprenant en 3D l'analogie des images numériques où l'espace est divisé en intervalles réguliers.

Le processus de modélisation peut être soit automatique comme pour un scanner 3D, où un programme va créer une représentation informatique à partir d'un objet réel du monde, soit manuel à l'aide d'un logiciel d'édition 3D. Dans ce dernier cas, l'infographiste est responsable de la création du modèle. Ces logiciels sont appelés modeleurs d'après l'anglais modeler. Parmi les logiciels les plus connus et les plus répandus se trouvent 3D Studio Max, Maya, XSI, LightWave, Cinema4D, 3D Turbo, Modo et le logiciel open source, Blender)

3- LE RENDU :

Effectuer la visualisation de ce que l'on a modélisé

Le rendu se décompose à son tour en plusieurs phases :

a•*Calcul de l'éclairage* (on parle d'illumination)

b•*Projection* dans le plan d'observation.

c•*Dessin à proprement parler avec application éventuelle de textures*

Moteur de rendu 3D : Le rendu est une phase qui consiste à transformer l'espace 3D en une image 2D. Le rendu est généré par un/des programme(s) qu'on appelle "Moteur de rendu 3D", intégré(s) ou non au logiciel de modélisation.

a• ILLUMINATION ou calcul de l'éclairage

-illumination locale

*L'algorithme de Gouraud, est une méthode de rendu très simplifiée puisqu'elle consiste à interpoler sur l'image en 2D, ligne par ligne au niveau des pixels, les valeurs d'intensité de l'intérieur d'un polyèdre selon les intensités de ses voisins : c'est un lissage 2D.

*L'algorithme de Phong est un ombrage 3D qui permet d'avoir un volume et un effet de matière, en fonction de la source de lumière et de propriété de réflexion de la lumière du matériau en chaque point du polyèdre, par interpolation des normales aux sommets.

-illumination globale

La radiosité calcule les échanges d'énergie lumineuse entre éléments de surface de la scène en tenant compte de leurs propriétés de réflexion et d'absorption. Cela nécessite de décomposer la scène en éléments finis de surface. Cela permet des éclairages naturellement doux. Cette technique associée au lancer de rayons et à d'autres voisines permettant les inter-réflexions est une technique d'illumination globale.

b•PROJECTION dans le plan d'observation

Les objets ainsi définis par des nombres peuvent ensuite être dessinés sur un écran ; les triplets de valeurs (x, y, z) sont transformés en points du dessin. Ce rendu utilise la notion de perspective :

•perspective conique, avec points de fuite : plus l'objet est loin, plus il est dessiné petit ; ce procédé est parfois qualifié abusivement de « vraie 3D » ou de « vision naturelle » ;

•perspective axonométrique, dont la perspective cavalière et les projections orthogonales (notamment la perspective isométrique, voir aussi Géométrie descriptive) : la taille de l'objet ne varie pas avec l'éloignement ; l'éloignement est figuré par un déplacement dans le plan de la figure.

D'autres algorithmes de rendus sont utilisés, tenant notamment compte du fait que les détails et les contrastes s'estompent avec l'éloignement (perspective atmosphérique).

Les techniques de la synthèse d'images 3D ont d'abord distingué les algorithmes de calcul des faces cachées qui travaillaient dans l'espace 3D de la scène et ceux du rendu photoréaliste qui travaillaient dans l'espace 2D de l'image (pixels). Les algorithmes de rendu actuels réalisent les deux fonctions simultanément.

c•DESSIN

À ces types de perspective, on associe un type de dessin :

*Z-buffer (tampon de profondeur des pixels), utilisant l'algorithme dit du peintre (qui peint la scène en partant du fond puis successivement les sujets de plus en plus rapprochés) pour afficher les scènes constituées de polygones ou de structures plus évoluées comme les nurbs, et qui gère correctement l'affichage de polygones entremêlés à la précision de l'affichage car le tracé se fait pixel par pixel. C'est une méthode 3D de calcul de faces cachées à l'échelle des pixels car elle conserve la profondeur de chaque pixel.

*Le lancer de rayon (raytracing, dont est dérivé le raycasting), simulant le parcours inverse de la lumière de la scène vers l'œil. Cette technique permet de simuler relativement facilement les phénomènes physiques que sont réflexion et réfraction ainsi que les ombres portées mais crée des scènes trop pures et irréalistes. Dans ce cas, la projection est réalisée en même temps que le dessin car tracer un rayon implique de le projeter dans la scène 3D.

Autres...

-Des techniques complémentaires d'application de texture (texture mapping) sont utilisées pour le rendu d'effets plus réalistes sans pour autant rendre plus complexes les modèles 3D. Par exemple :

*l'application de textures photo réalistes issues de l'objet réel,

*le placage de relief (bump mapping) qui est une perturbation locale des normales à la surface et permet de rendre l'aspect de surfaces granuleuses par exemple.

*les textures d'éclairage

Avec ces techniques apparaissent les problèmes de filtrage, qui est nécessaire pour éliminer les artefacts.

-Variantes: La représentation par arêtes, équivalente du dessin au trait, ne représente que les bords des objets de la scène ne nécessitant qu'un algorithme de faces cachées. Cette méthode de calcul dans l'espace 3D est encore utilisée dans de nombreux modeleurs pour avoir un affichage rapide.

Au total, dans chacune de ces étapes de création d'un personnage 3D, un grand nombre de techniques existent. Bien que théoriquement les techniques de modélisation et de rendu soient indépendantes, il va de soi que le rendu doit pouvoir exploiter les données modélisées et bien souvent une technique de modélisation est étroitement associée avec une technique de rendu.

Nous utiliserons dans ce projet le logiciel de numérisation 3D open source BLENDER.

