

Informatique graphique II - Devoir 2

A réaliser individuellement ou en binôme et à rendre dans la semaine du 21 Mai.

Les systèmes de particules

Les systèmes de particules sont utilisés en infographie pour la synthèse de phénomènes physiques, en particulier les phénomènes atmosphériques (pluie, neige, fumée, feu, nuages, explosions, feux d'artifice) et les objets déformables (cordes, chaînes, tissus, mousses, gels).

Un système de particules modélise un système physique par un ensemble de particules élémentaires soumises à des forces. L'évolution du système est calculée par simulation discrète : on fixe un pas de temps dt et on calcule l'état du système à $t+dt$ en fonction de l'état à l'instant t . Le système est constitué de deux composants : un composant de simulation et un composant de rendu graphique. Le composant de simulation calcule l'évolution du système au cours du temps et le composant de rendu affiche l'état du système à chaque pas de simulation.

Simulation

Pour la simulation, chaque particule a des attributs physiques : masse m , position p , vitesse v , accélération a , etc. Soit f la somme des forces qui s'appliquent à une particule. On en déduit son accélération par le principe fondamental de la dynamique, $f = m * a$. Pour un pas de temps dt , on peut alors mettre à jour la vitesse et la position de la particule :

$$\begin{aligned} a &= f / m \\ v &<- v + a * dt \\ p &<- p + v * dt \end{aligned}$$

Les forces qui s'exercent sur les particules peuvent être de natures différentes. Les champs de forces permettent de modéliser les interactions entre les particules et l'environnement. Voici quelques exemples de champs :

- *gravité* : à chaque particule s'applique une force constante $(0, -g, 0)$.
- *attraction centrale* : à chaque particule s'applique une force inversement proportionnelle à sa distance au centre d'attraction.
- *aléatoire* : à chaque particule s'applique une force de direction et de module aléatoires (éventuellement bornés).

Il peut être nécessaire de prendre en compte les chocs entre les particules et l'environnement (sol, murs, etc.). Les chocs entre particules sont très coûteux à calculer dans le cas général. Dans ce devoir on ne s'intéresse qu'aux chocs sur des plans qui délimitent l'environnement. Le cas le plus simple est celui d'un plancher d'ordonnée $z = 0$. Pour calculer s'il y a choc, on regarde si la particule a "traversé" le plancher ($p_z < 0$). Si c'est le cas, on décompose sa vitesse en une composante normale $(0, 0, v_z)$ et une composante tangentielle au plan $(v_x, v_y, 0)$. Après le choc, la composante normale est multipliée par $-k$, où k représente le degré d'absorption du choc par la paroi. Pour $k = 1$, le choc est parfaitement élastique, pour $k = 0$ il est parfaitement absorbant. La vitesse après le choc est

donc $(v_x, v_y, -k v_z)$. La position de la particule juste après le choc peut être approximée en sur le plan $(p_x, p_y, 0)$.

Rendu graphique :

Phénomènes atmosphériques :

Chaque particule est rendue par un objet indépendant : point ou polygone simple avec éventuellement texture et transparence. On utilise souvent une ou plusieurs sources de particules, qui crée des particules au fur et à mesure de la simulation, avec des caractéristiques semblables (position, vitesse). De plus on affecte à chaque particule une durée de vie. Si la particule existe toujours à l'expiration de sa durée de vie, elle meurt. Une particule peut aussi disparaître pour d'autres raisons. Par exemple, des gouttes d'eau ou des flocons de neige disparaissent lorsqu'ils arrivent sur le sol.

Travail à réaliser

Le devoir peut être réalisé individuellement ou en binôme. Vous devrez réaliser un programme OpenGL qui illustre quelques usages des systèmes de particules. Il est recommandé de choisir un phénomène atmosphérique particulier et de se concentrer sur le rendu graphique plutôt que la simulation.

Il est important que le programme soit modulaire. Cela permet de commencer par une simulation et un rendu simples, et de les raffiner progressivement.

Note : la page Web du module, <http://www-ihm.lri.fr/~mb/ENS/IG2>, contient des exemples et des compléments d'information et sera mise à jour régulièrement. Un exécutable pour linux nommé "*particles*" peut donner une idée du type de rendu possible. Pour l'utiliser, choisissez un phénomène avec le menu contextuel (clic droit) et appuyer sur 'x'.

Rendu

Envoyer par courrier électronique à conversy@lri.fr :

- le source de votre programme commenté ;
- un petit mode d'emploi ;
- quelques images d'écran montrant les possibilités de votre programme.

Rendre également le mode d'emploi et les copies d'écran sous forme papier au secrétariat de la Maîtrise.