# Simulation physique de corps rigides avec interaction

Merwan Achibet

Moteur physique : système de simulation de comportements mécaniques.

- Industrie, science : précis, modélisation complexe, long
- Réalité virtuelle, jeu vidéo : approximatif, temps réel

Ce projet : un moteur physique basique gérant les interactions entre corps rigides convexes

Convexes

Rigides Indéformables, incassable

Différentes tâches :

- Dynamique.
- Gestion des collisions
  - Détection
  - Correction
  - Réponse

Entrée : forces environnementales Sortie : changement de position

$$\vec{a} = \frac{1}{m} \sum_i \vec{F}_i$$

On connait l'accélération à partir des forces subies.

Quantités utiles :

- acccélération
- vitesse
- position

$$\vec{v} = \frac{\partial \vec{p}}{\partial t}$$

$$\vec{a} = \frac{\partial \vec{v}}{\partial t}$$

$$\vec{a} = \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = \frac{\partial^2 \vec{p}}{\partial t}$$

Intégration d'Euler

$$x_{n+1} = x_n + x' \partial t$$

Appliquée à nos besoins

$$\vec{a}_{n+1} = \frac{1}{m} \sum_i \vec{F}_i$$

$$\vec{v}_{n+1} = \vec{v}_n + \vec{a}_{n+1} \partial t$$

$$\vec{p}_{n+1} = \vec{p}_n + \vec{v}_{n+1} \partial t$$

$$\sum_i \vec{F}_i = \frac{\partial \vec{L}}{\partial t} = \frac{\partial (m\vec{v})}{\partial t}$$

$$\vec{L}_{n+1} = \vec{L}_n + \sum_i \vec{F}_i$$

$$\vec{p}_{n+1} = \vec{p}_n + \frac{1}{m}\vec{L}_{n+1}\partial t$$

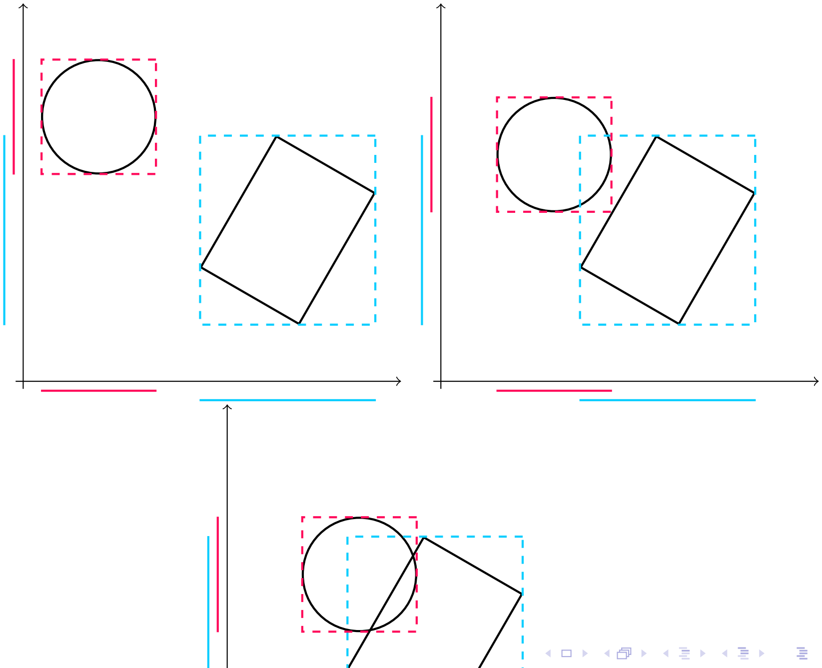
Il manque quelquechose
Élan angulaire et orientation sont analogues à l'élan linéaire à la position.
orientation

Elan angulaire

Elan angulaire

Les corps sont testés par paires.

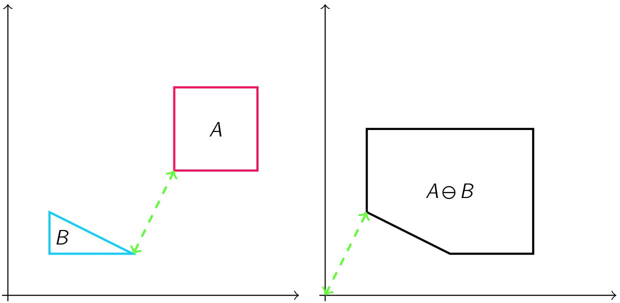
# Détection grossière



Détection fine

Somme de Minkoswki : $A \oplus B = \{a + b \,|\, a \in A, b \in B\}$

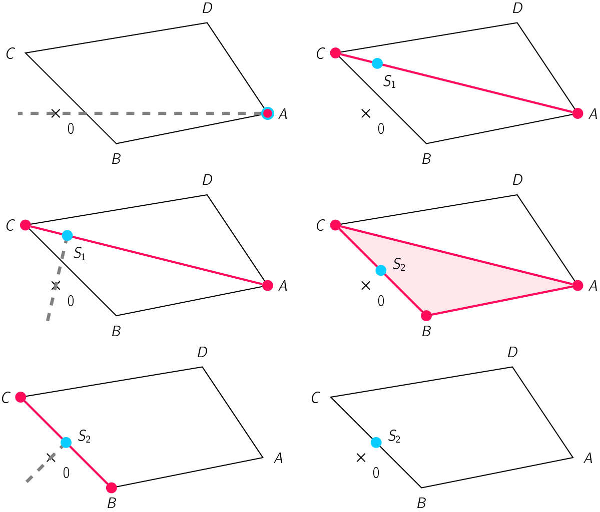
Différence de Minkowski : $A \ominus B = A \oplus (-B)$




Particularité : la plus petite distance de la différence de Minkowski à l'origine est la plus petite distance entre les corps $A$ et $B$.

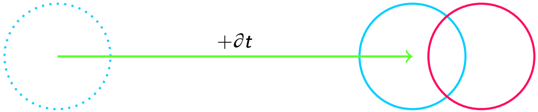
Comment calculer la plus petite distance de $M$ à l'origine ?
GJK
simplex

fonction de support

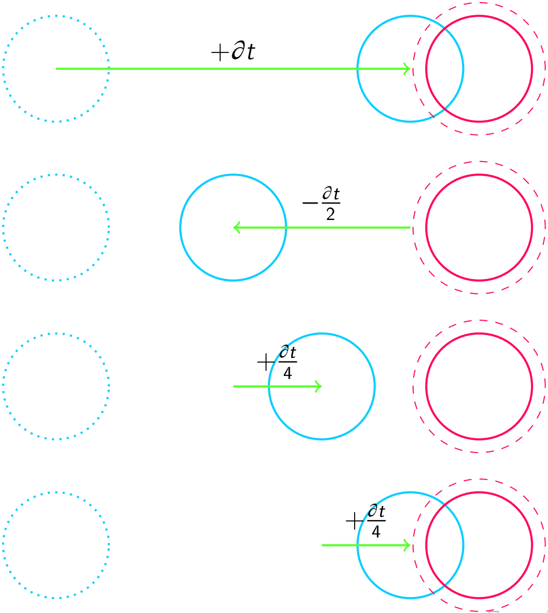


D
C
A
0
B
D
C
S1
A
0
B
D
C
S1
A
0
B
D
C
S2
A
0
B
D
C
S2
A
0
B
D
C
S2
A
0
B

Simulation discrète : pas de temps fixe
Les collisions sont toujours pénétrantes



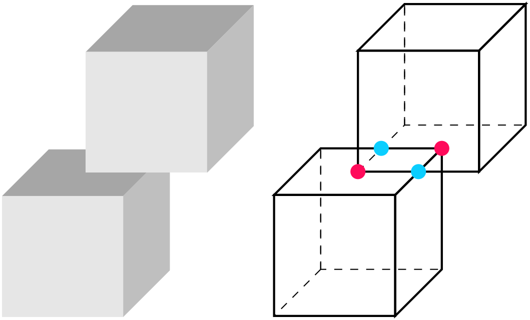
L'intégration peut aussi se faire en arrière !
On procède par dichotomie.



Un corps

- sommets
- arêtes
- faces

On s'intéresse uniquement aux contacts sommet-face et arête-arête.



Un *contact*

- position
- normale
- temps

Un contact = une impulsion

$$J = \vec{n} \frac{-(1+\varepsilon)v_r}{\frac{1}{m_A} + \frac{1}{m_B} + \vec{n}(I_A^{-1}(\vec{r}_A \times \vec{n})) \times \vec{r}_A + (I_B^{-1}(\vec{r}_b \times \vec{n})) \times \vec{r}_B}$$

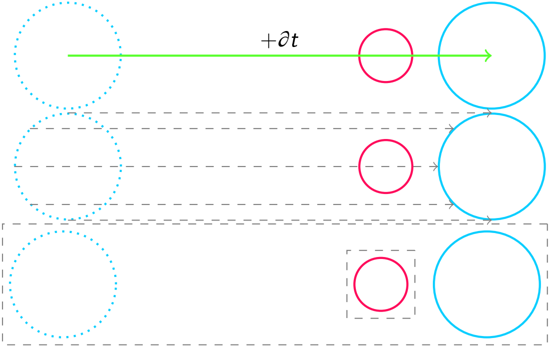
r

1. détection de collision
2. Application de forces environnementales
3. intégration

défauts

1. détection de collision
2. Application de forces environnementales
3. intégration

mieux


$+\partial t$