

Projet Automne 2011 : Jeu de croquet de jardin

Le projet consiste à programmer un jeu de croquet de jardin ayant un comportement physique à peu près réaliste (dans les limites du modèle imposé).

Dates importantes

- Date de distribution : 27 septembre 2011
- Date des présentations en classe : 29 novembre 2011
- Date de remise du logiciel et du rapport : 7 décembre 2011

Caractéristiques du jeu de croquet de jardin

La surface de jeu (le terrain) est couverte de gazon, tel que décrit à la figure 1 (voir référence 1).

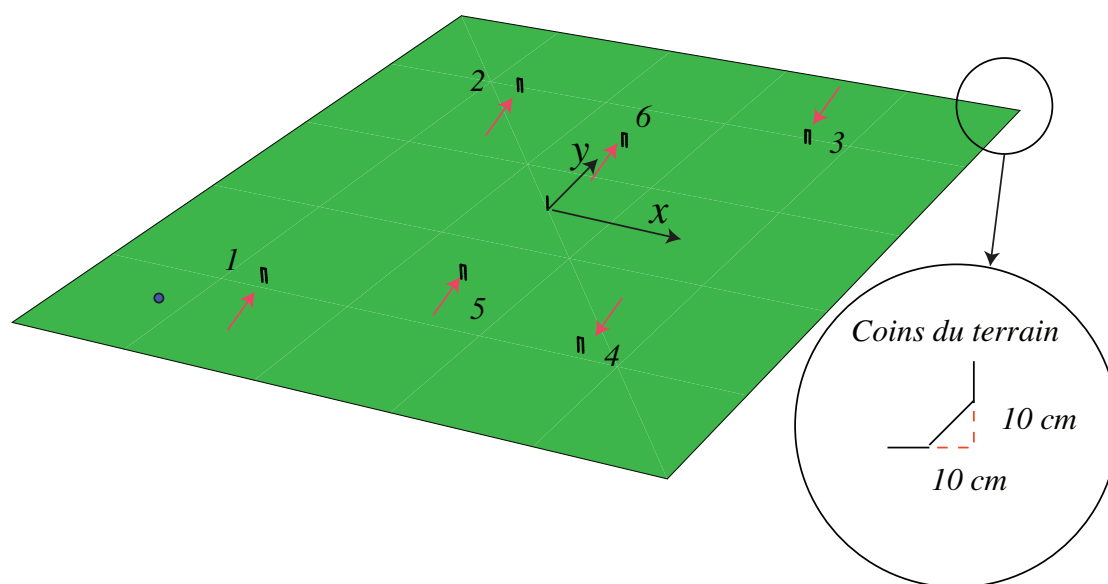


Figure 1: Surface d'un jeu de croquet de jardin

Le terrain a une largeur (direction x) de 14 m et une longueur totale (direction y) de 17.5 m. Il est délimité par des poutres carrées de bois de hauteur $h_c=10$ cm. Les coins sont tels que décrits à la figure 1 (poutres à 45 degrés dans le coin). Vous localiserez l'origine du système d'axes au centre du terrain où vous planterez un poteau d'un diamètre $d_p=2$ cm et d'une hauteur $h_p=50$ cm. Les cerceaux sont composés de tiges ayant un diamètre $d_c=1.5$ cm. Ils ont une

hauteur $h_c=30$ cm (hauteur libre) et une largeur $L_c=10$ cm (largeur libre à l'intérieur des tiges). Les positions des six cerceaux sur le terrain sont données au tableau 1. Chacun des cerceaux

Tableau 1: Position (x, y) du centre des cerceaux sur le terrain par rapport au centre du terrain.

Cerceau	x (m)	y (m)
1	-3.5	-5.25
2	-3.5	5.25
3	3.5	5.25
4	3.5	-5.25
5	0.0	-3.5
6	0.0	-3.5

doit être traversé dans l'ordre et suivant la direction indiquée par les flèches rouges à la figure 1.

La partie se déroulera en fin d'après midi et le soleil apparaîtra à une altitude de 45 degré par rapport à la surface du terrain et dans une direction de 60 degrés par rapport à l'axe de x .

Les boules de croquet ont un diamètre de $d_b = 7.6$ cm et une masse volumique de 1.109 g/cm³. Les maillets (voir figure 2) ont une masse de 1.25 kg, la tête du maillet correspondant à un cylindre de 23 cm de long d'un diamètre de 7.6 cm. Le manche du maillet à une longueur de 1 m.



Figure 2: Les maillets pour le croquet

Ici, vous simulerez une partie impliquant deux joueurs qui jouent des boules bleu et jaune respectivement. Le point de départ pour les boules est identique pour chacun des joueurs et se situe à $(x, y) = (-4 \text{ m}, -7 \text{ m})$. Les règles du jeu sont les suivantes

- Les joueurs jouent tout à tour (un coup) sauf dans les cas où leur boule traverse complètement un cerceau ou frappe la boule de l'adversaire.

- Dans les cas où sa boule traverse complètement un cerceau ou frappe la boule de l'adversaire, le joueur a droit à un coup additionnel.
- Si la boule d'un joueur s'arrête à une distance, d'un des côtés du jeu, qui est inférieure à la longueur d'une tête de maillet (distance perpendiculaire au côté de 23 cm), le joueur peut replacer sa boule à une distance de 23 cm de ce côté avant de jouer le prochain coup.
- La partie se termine lorsqu'un joueur a traversé les six cerceaux successivement dans le sens indiqué. Ce joueur est alors déclaré vainqueur.

Conditions de la simulation

Les principales composantes dynamiques du jeu de croquet que vous devrez simuler sont les suivantes.

Collisions

1. Collision boule-maillet.

Ici, vous supposerez que le maillet frappe la boule en son centre et que le coefficient de restitution est $\epsilon_m = 0.3$. Le coefficient de frottement entre la boule et le maillet est nul et la vitesse angulaire de la boule après la collision est nulle.

2. Collision boule-cerceau.

Ici vous supposerez que le coefficient de restitution pour cette collision est de $\epsilon_c = 0.8$, le coefficient de frottement entre la boule et le cerceau étant nul. On supposera que la boule ne roulera pas après la collision.

3. Collision boule-boule.

Ici, vous supposerez que le coefficient de restitution pour cette collision est de $\epsilon_c = 0.87$ et que le coefficient de frottement entre deux boules est nul. On supposera encore que la vitesse angulaire des boules après la collision est nulle.

4. Collision boule-poteau et boule-côté.

Le coefficient de restitution ici est de $\epsilon_c = 0.5$ et le coefficient de frottement est nul. On supposera toujours que la vitesse de la boule après la collision est nulle.

Frottement

Ici, on supposera que le gazon du terrain est coupé uniformément à une hauteur de 6 mm. On aura alors

1. Coefficient de frottement au glissement $\mu_f=0.45$
2. Coefficient de frottement au roulement $\mu_r=0.065$

Ombres

Deux couleurs de boules seront utilisées :

- bleu pour le premier joueur ;
- jaune pour le second joueur.

Vous devrez illustrer dans votre jeu l'ombre des boules sur le terrain ainsi que l'ombre des cerceaux et du poteau central (en noir). Lorsque les boules sont en mouvement, l'ombre qui leur est associée doit l'être.

Sons

Trois sons différents doivent être utilisés pour cette simulation (classés par fréquences décroissantes)

- collision boule-cerceau (fréquence élevée) ;
- collision boule-boule (fréquence moyenne) ;
- collision boule-côté et boule-poteau et boule-maillet (fréquence basse).

L'intensité des sons qu'entendra l'arbitre, situé au centre du terrain (hauteur de 1.6 m), dépendra de:

1. La distance d entre l'arbitre et le point où a eu lieu la collision, le coefficient d'atténuation étant de 2 db/m.
2. L'intensité du choc qui est proportionnelle au carré de la vitesse relative v_r entre les deux objets entrant en collision (plus le choc est fort plus le son est fort).

Ici, on utilisera une atténuation logarithmique à partir d'un son de référence (intensité de 100 db à 1 m de distance pour une collision associé à une vitesse relative $v_0 = 2$ m/s)

$$I = 100 [1 + \ln(v_r^2/4) - 2(d - 1)]$$

Arrêt

On arrêtera le coup dès que la vitesse des boules mises en mouvement sera inférieure à 1 mm/s.

Instructions finales pour le projet

On démarrera le jeu après un tirage au hasard (pile ou face). Le joueur qui aura gagné le tirage pourra choisir de jouer le premier ou de passer son tour. Le joueur qui débute devra spécifier la vitesse linéaire $(v_{x,0}, v_{y,0})$ de la tête du maillet, et ainsi de suite pour les joueurs successifs. Une partie complète devra être enregistrée dans un fichier texte de sortie qui contiendra pour chaque coup

- La position initiale de chaque balle (si c'est le premier joueur, la position initiale de la balle du second joueur devrait se retrouver à l'extérieur du jeu).
- La couleur de la balle du joueur et sa vitesse initiale.
- Toutes les collisions qui ont pris place (temps, vitesse linéaire et angulaire de la ou des balles avant et après la collision).
- La position finale des deux balles après la simulation et le temps de la simulation.
- Si un cerceau a été complètement traversé ou si la balle de l'adversaire a été frappée alors le contrôle revient alors au joueur ayant débuté le coup, sinon c'est le prochain joueur que prend le contrôle.
- Le vainqueur de la partie.

Votre programme doit être clair et bien commenté, les codes sources et l'exécutable remis avec le rapport de façon à pouvoir lancer le jeu. Le langage de programmation est laissé au choix de l'étudiant cependant l'utilisation de Matlab est fortement recommandée.

Vous devez rédiger un document où vous décrivez le problème, les différentes équations que vous avez considérées, leurs limites d'application ainsi que les méthodes de résolution (numérique ou analytique) que vous avez programmées. Cette section sera suivie par une analyse de la partie que vous avez jouée (incluant au moins un tir avec collisions entre boules, avec le cerceau, avec le poteau central et avec un côté).

Vous devez conclure votre document en discutant les problèmes rencontrés lors de la programmation de jeu.

Présentation en classe de votre jeu

Chaque équipe aura 10 minutes pour présenter son jeu en classe. Cette présentation sera évaluée sur 15. Ceci représente 15 % de la note accordée au projet (6 % de la note finale du cours). Votre présentation devra inclure.

1. Une brève description des méthodes de simulation utilisées (5 points)
2. Une présentation globale du design de votre jeu (5 points).
3. La simulation de quelques coups (5 points).

Références

1. <http://www.croquet.org.uk/garden/gardenrules.html>.