

Techniques Inspirées du Vivant
Maquette Boids - Implémentation de changement
de leadership

TAKAOKA Felipe Heiji

14/03/2017

1 Introduction

1.1 Objectifs de la maquette

L'objectif de la maquette est d'introduire l'effet du changement de leadership dans le modèle initial proposé par Craig Reynolds (en [1]). L'implémentation de ce phénomène a été faite par Hartman et Benes (en [2]), ainsi comme sa description.

L'algorithme dans cette maquette n'a pas été cependant fait exactement comme décrit par eux. Il a été légèrement modifié au niveau du calcul de l'excentricité (définie plus tard dans ce rapport) et du changement de vitesse du nouveau leader.

Par ailleurs, d'autres fonctionnalités ont été ajoutées par rapport à la dernière implémentation de l'algorithme de boids par des anciens élèves (avec la séparation d'obstacles et des prédateurs).

La maquette a été presque complètement refaite, pour avoir une implémentation plus proche de celle décrite par Reynolds et plus réaliste. En plus, d'autres forces ont été ajoutées à la maquette, dont: "errance" - "*wander*", "évitement" d'obstacle - "*obstacle avoidance*" - (différent de séparation), champ d'écoulement - "*flow field*", chasse - "*seek*" et fuite - "*flee*". Ceux-ci, à l'exception du champ d'écoulement, ont été bien expliquées par Reynolds en [3].

1.2 Fonctionnalités

L'interface graphique est dotée de deux panneaux, un à gauche (activation des options) et un à droite (réglage des constants de l'algorithme), qui vont être décrits ci-dessous.

1. Panneau d'activation des options: Le bouton peut être activée par le raccourci entre parenthèses.

(R) Minimiser panneau Réduit la taille du panneau pour n'afficher que ce bouton;

(SPACE) Pauser/Repr. Pause ou reprends la simulation;

Steering Force Application des forces comme "*steering*" (expliquée plus tard);

(B) Placer boid Active le placement de boid. L'utilisateur peut soit cliquer soit glisser la souris.

(P) Placer prédateur Active le placement de prédateurs. L'utilisateur peut soit cliquer soit glisser la souris.

(O) Placer obstacle Active le placement d'obstacle. L'utilisateur peut seulement cliquer pour les placer;

(M) Suivre la souris Active la force de "chasse" (*seek*) vers la souris;

- (E) **Effacer et fuir** Active l'effacement des elements (boids, prédateurs ou obstacles). L'utilisateur peut soit cliquer soit glisser la souris. De plus, les prédateurs et les boids commencent à fuir de la souris (*flee*);
 - (S) **Selectionner agent** Selectionne un agent pour pouvoir voir les vecteurs agissant sur lui, son champs de vision et son espace vital;
 - (V) **Afficher vecteur** Affiche les vecteurs des vitesse, acceleration, et les trois forces principales de l'algorithme proposée par Reynolds;
 - (C) **Champ de vision** Affiche le champs de vision de l'agent selectionné;
 - (X) **Espace vital** Affiche l'espace vital de l'agent selectionné;
 - (L) **Surligner leader** Surligne l'apparation des leaders et reste jusqu'à ce qu'il ne le soit plus;
 - (F) **Champs d'écoulement** Active les forces dues au champs d'écoulement;
 - (D) **Visualiser champs** Affiche les champs de vecteurs;
 - (Z) **Zoom** Permet de zoomer quand la simulation est pausée. L'utilisateur peut déplacer l'affichage en appuyant et en glissant la souris;
2. Panneau de réglage des constants de l'algorithme
- (T) **Minimiser panneau** Réduit la taille du panneau pour n'afficher que ce bouton;
 - Vitesse maximale** Augmente ou diminue la vitesse maximale permise pour les agents;
 - Force maximale** Augmente ou diminue la force maximale permise pour les agents;
 - Espace vital** Augmente ou diminue le rayon de l'espace vital des agents;
 - Portée vision** Augmente ou diminue la portée de la vision des agents;
 - Angle de vision** Augmente ou diminue l'angle de vision des agents;
 - Cohésion** Augmente ou diminue le poids de la force de cohésion par rapport aux forces de séparation et alignement;
 - Séparation** Augmente ou diminue le poids de la force de séparation par rapport aux forces de cohésion et alignement;
 - Alignement** Augmente ou diminue le poids de la force d'alignement par rapport aux forces de cohésion et séparation;
 - Chance de devenir leader** Augmente ou diminue la probabilité d'un boid devenir le leader du groupe (une chance maximale ne correspond pas à une probabilité de 1);
 - Force du champs** Augmente ou diminue la force du champs de vecteurs agissant sur les agents;

2 Implémentation de l'algorithme de changement de leadership

2.1 Algorithme original proposé par Hartman et Benes

1. Si le boid est leader, ne rien faire;
2. Calculer la cohésion;
3. Calculer l'excentricité;
4. Si $(x_i < X.GaussRand_{01}())$, ne rien faire;
5. Définir le boid comme leader;
6. Appliquer la fonction de la figure 1 dans les prochains secondes;
7. Définir le boid comme non leader;

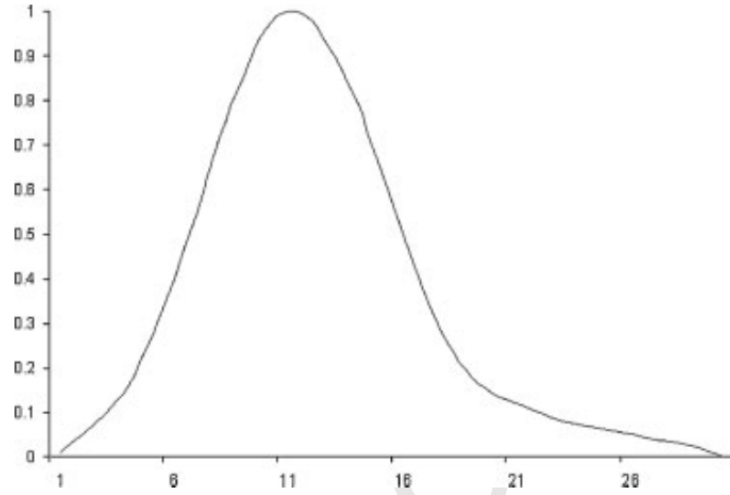


Figure 1: Changement de vitesse sur le frame courant pendant le temps que le boid est leader

L'excentricité est définie par Hartman et Benes, comme une mesure qui précise la composition des boids voisins visibles et calculée par:

$$x_i = \sum_{\forall b_j \in V_i} \frac{p_j}{m.e} = \frac{c_i}{e} \quad (1)$$

Où c_i est la cohésion calculée pour le boid i , e est la portée de la vision, pour que la valeur de x_i soit normalisée $x_i \in [0, 1]$. Donc, une valeur de l'excentricité proche de 0 identifie un boid également entouré par d'autres boids et celle proche

de 1 identifie un boid sur le bord du groupe (qui a donc plus de chance de devenir leader). Une autre variable doit être prise en compte vu que le boid peut être en arrière du groupe, et il faut que celui-ci ait une probabilité petite de devenir leader. Donc, pour Hartman et Benes, un calcul du produit scalaire entre la direction de la cohésion et la vitesse du boid courant permet de dire s'il est en avant ou en arrière par rapport aux voisins.

2.2 Algorithme modifié

Plusieurs remarques peuvent être faites ici. D'abord, il faut calculer le centroïde ("cohésion" pour Hartman et Benes) sans tenir compte de l'angle de vision de chaque agent pour définir l'ensemble de boids dans son voisinage. Cela est du au fait que, à cause de l'alignement - où les boids ont tendance à avoir la direction de sa vitesse pointant vers la direction de la vitesse moyenne de son voisinage -, les boids à l'avant du groupe, et donc, ceux qui ont plus de probabilité de devenir des leaders, ne "savent" pas qu'ils sont à l'avant d'un groupe, sauf si l'angle de vision est suffisamment grande pour qu'ils voient les boids derrière lui. Par ailleurs, on a constaté que la valeur de l'excentricité n'est jamais proche de 1, parce que pour cela, il faut que le centroïde se trouve proche de la portée de la vision, la limite où le boid peut voir ses voisins. Et donc, il faudrait que les voisins se trouvaient majoritairement dans cette limite et qu'ils gardaient cette position relative, ce qui est difficile à cause des différentes forces qui agissent sur les agents voisins et sur même le boid courant. On a adopté donc une nouvelle définition de l'excentricité, qui est une mesure de la "proximité" du centroïde (donné par le calcul de la "cohésion") avec la position respective au "mi-chemin" entre le rayon qui définit l'espace vital du boid et l'arc qui définit la portée de sa vision (mais d'après de la première remarque, on ne tient pas compte de l'angle de vision et donc il sera aussi un cercle qui va définir la portée de la vision). Ce "mi-chemin" est représenté avec le cercle bleu dans l'image ci-dessous, où le disque blanc représente le voisinage (sans angle de vision) et le cercle rouge, l'espace vital:

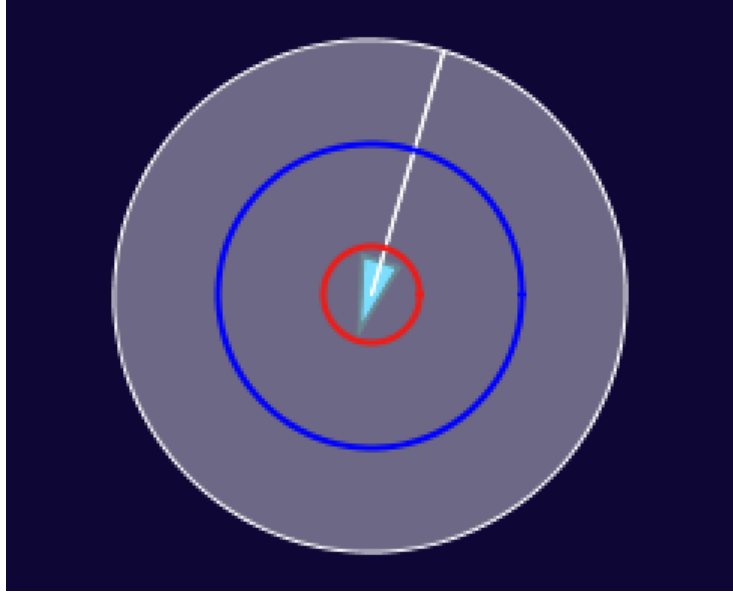


Figure 2: Rayon définissant le "mi-chemin" pour le calcul de la nouvelle excentricité

La nouvelle définition de l'excentricité est donc similaire à ce qu'on appelle un "Gaussian kernel" ([4]):

$$x_i = e^{-\frac{\|(\vec{c}_i - \vec{c}_o)\|_t^2}{2\sigma^2}} \quad (2)$$

Où c_o est le vecteur ayant la même direction que la "cohésion", donc pointant vers le centroïde, de norme égale au "mi-chemin". Le σ peut être réglé, pour avoir une dispersion plus ou moins grande. Il faut faire une petite remarque au niveau de la norme, elle n'est pas la norme euclidienne à cause de l'aspect toroidal de l'espace. Elle peut être vue comme la norme euclidienne de la plus petite distance entre deux points. Ensuite, il faut encore savoir si le boid est en arrière ou en avant du groupe. Pour cela, on maintient le calcul du produit scalaire comme décrit par Hartman et Benes. Et pour ne pas perdre l'information sur la valeur résultante de ce produit scalaire, qui donne une idée aussi de la probabilité du boid devenir leader, on le multiplie par l'excentricité et c'est cette valeur de X qu'on utilise à l'étape 4 de l'algorithme original.

La dernière modification est faite au niveau du changement de vitesse, dont la direction n'est pas précisée dans la figure 1. Dans l'implémentation de la maquette, on donne une combinaison de deux forces. La première, décroissante en fonction du temps de leadership, est celle nécessaire pour sortir du groupe et être en tête, qui a donc la même direction que la vitesse à l'instant courant; et

la deuxième, croissante en fonction du temps de leadership, est celle "d'errance" avec un biais de direction, qui permet de donner une petite composante aléatoire au leader pour qu'il prenne une direction différente de celle que le groupe suivait. Ces deux forces combinées permettent de mieux visualiser l'effet de changement de leadership et l'effet que cela donne dans le groupe.

3 Autres remarques

La majorité des forces implémentées dans la maquette sont, comme proposées par Reynolds en [3], des "steering forces" qui sont calculés par la soustraction de le vecteur de direction désirée par le vecteur de vitesse de chaque agent. Par contre, il a été constaté que l'application directe de la force désirée, au lieu de la soustraire par le vecteur de vitesse, donne des résultats très similaires. Le bouton "Steering force" a été ajouté donc pour voir l'effet de l'un ou de l'autre.

References

- [1] Reynolds CW.
"Flocks, herds and schools: a distributed behavioral model."
In SIGGRAPH'87: Proceedings of the 14th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques. ACM Press: New York, 1987; 25–34.
- [2] Hartman C, Benes B.
"Autonomous boids." Computer Animation and Virtual Worlds 2006; 17: 199–206.
- [3] Reynolds C.
Steering behaviors for autonomous characters. In Proceedings of Game Developers Conference 1999; 763–782.
- [4] Wikipedia
<https://en.wikipedia.org/wiki/>