

Modélisation de mouvements de groupe

Réaliser un mouvement de groupe efficace est très utile dans divers domaines, notamment dans les opérations mettant en jeu des flottes de drones (opérations de sauvetage, surveillances ...). Il faut alors trouver des lois permettant de réaliser des comportements similaires à ceux observés dans la nature (oiseaux, bancs de poissons ...).

Mon étude a pour but de répondre à la question suivante: comment assurer un déplacement optimal d'une flotte de drones ? Je vais donc me concentrer sur une stratégie de transport ayant diverses utilisations pratiques (transport de drones par exemple).

Positionnement thématique (phase 2)

MATHEMATIQUES (Mathématiques Appliquées), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (phase 2)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Mouvements de groupe</i>	<i>Group motion</i>
<i>Algorithme de troupeau</i>	<i>Flocking algorithm</i>
<i>Modélisation</i>	<i>Modeling</i>
<i>Simulation de Boïds</i>	<i>Boids simulation</i>
<i>Intéactions de groupe</i>	<i>Group interactions</i>

Bibliographie commentée

Dans un grand nombre de domaines, il est souvent nécessaire de réaliser des comportements analogues à ceux observés dans la nature. Par exemple, pour gérer un groupe de véhicules, assurer un mouvement fluide, efficace et qui peut s'adapter à diverses situations est une chose vitale. Pour cela, il faut trouver un moyen d'imiter et de comprendre quelques phénomènes naturels où cette gestion se fait de manière spontanée.

Dans ses travaux, Craig Reynolds [1] propose un ensemble de lois simples - que chaque unité doit respecter - pour pouvoir obtenir un mouvement proche de celui des troupes d'oiseaux et des bancs de poissons. Ces lois se résument en trois règles fondamentales: premièrement, la séparation, c'est-à-dire que chaque unité doit rester à une distance convenable pour éviter toute collision avec les unités voisines, puis l'alignement, qui consiste à se diriger vers la direction moyenne du troupeau, et enfin la cohésion qui est réalisée en restant assez proche des unités voisines pour éviter une dispersion du groupe.

Pour commencer, il faut discrétiser les équations du mouvement pour pouvoir faire des simulations permettant de tester les modèles dans différentes situations. Après cela, en s'inspirant des équations modélisant le mouvement proposées en [3] et en [4], il est possible de créer un premier modèle qui respecte les trois règles imposées par [1]. On peut ensuite faire un ensemble de tests en faisant varier les conditions initiales et l'ensemble des paramètres dans le but d'explorer différentes failles et défauts du modèle, puis faire les modifications nécessaires pour garantir la convergence du mouvement. Les lois modélisant le mouvement du groupe étant établies, il faut rendre les

conditions du mouvement plus proches de la réalité. Reza Olfati-Saber [2] propose un modèle qui prend en compte les distances entre unités par exemple, en imposant l'absence d'interaction entre les unités trop éloignées, ainsi que quelques fonctions alternatives lisses qui remplaceront les fonctions utilisées en [3] pour éviter la divergence des vitesses et par conséquent une situation irréaliste.

Après avoir établi les équations du mouvement, il faut maintenant permettre aux unités de s'adapter à des situations réelles. Dans le premier modèle établi, la vitesse des unités tend vers une vitesse finale définie auparavant. Ceci permet de modéliser des mouvements de longue durée comme ceux des oiseaux voyageurs, mais n'est pas valable en cas de présence de prédateurs ou d'obstacles. On est donc contraints à abandonner partiellement les équations du premier modèle pour les remplacer par des lois modélisant des situations plus générales, comme l'évitement d'obstacles et la fuite de prédateurs. Il reste enfin à tester le modèle final dans diverses situations qui pourraient perturber le mouvement.

Problématique retenue

Quelles sont les propriétés et lois essentielles qui permettent à un groupe d'unités de se déplacer de façon fluide et efficace ? Comment créer un algorithme qui permet de gérer le déplacement de plusieurs unités tout en assurant une adaptation avec le milieu ?

Objectifs du TIPE

Créer un premier algorithme assurant les trois comportements fondamentaux proposés par Craig Reynolds [1].

Améliorer le modèle proposé en le rendant plus réaliste et plus efficace.

Modéliser et implémenter des comportements observés dans la nature (évitement d'obstacles, prédateurs, etc.).

Tester l'algorithme final dans différentes conditions (perturbations aléatoires, vents, etc.).

Abstract

Organizing and optimizing group motion is necessary in a large number of domains, which is why flocking algorithms are commonly used. This work is meant to create and enhance in a progressive way an algorithm that is able to reproduce flocking behaviors seen in nature. The algorithm will be tested by simulating it in different situations using Python. After reaching an algorithm that manages motion in a fluent way, we will try to implement rules that will make the units avoid obstacles and eventually test the final algorithm in real situations such as wind.

Références bibliographiques (phase 2)

[1] CRAIG REYNOLDS : Boids : <https://www.red3d.com/cwr/boids/>

[2] REZA OLFATI-SABER : IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATIC CONTROL, Flocking for Multi-Agent Dynamic Systems: Algorithms and Theory : VOL. 51, NO. 3, MARCH 2006, 401-420 : <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.121.7027&rep=rep1&type=pdf>

[3] LETUVEE NICOLAS ET ROHMER DAMIEN : Modélisation du mouvement des poissons par des Boïds :

http://imagecomputing.net/damien.rohmer/publications/2002_2006_student_work/2004_boids/report/boids_3eti_rohmer.pdf

[4] JAMILA SAM ET FRIEDEMANN ZENKE : Simulation de Boids Modèle et Compléments Mathématiques : icwww.epfl.ch/~sam/prjinfoSV/projet/latex/projet-infosv3-1011.pdf

DOT

[1] *Rédaction du code Python initial.*

[2] *Simulations sur le premier modèle, détection des anomalies.*

[3] *Amélioration du premier modèle et critique du nouveau après simulation.*

[4] *Introduction de nouvelles lois permettant un mouvement plus efficace et modélisant une situation plus réaliste.*

[5] *Modélisation des lois permettant d'éviter les obstacles et simulation. Le modèle est à présent presque complet.*

[6] *Test du model dans différentes conditions (Vent, perturbation aléatoire, etc.)*