

Optimisation Par Essaims Particulaires et le comportement des volées d'oiseaux à Proximité des Aires de Repos

OEP 2007, 23-24 Avril

Université Paris IV

Ali LEMOUARI⁽¹⁾

Nadjib BRAHIMI⁽¹⁾

Mohammed BENMOHAMMED⁽²⁾

⁽¹⁾Ecole des Mines de Nantes-IRCCyN UMR CNRS 6597
4, rue Alfred Kastler - BP 20722
F-44307 Nantes Cedex 3 FRANCE
Fax: 02.51.85.83.49

E-mail: ali.lemouari@emn.fr, nadjib.brahimi@emn.fr

⁽²⁾Département d'Informatique, Université de Constantine, Algeria
E-mail : ibnm@yahoo.fr

Introduction

Motivation

- L'importance de l'inspiration biologique dans la résolution des problèmes complexes.
- Importance de Phénomène: présence d'un dynamisme et de l'imitation.
- Émergence : Formes émergents à travers des simples mouvements.
- Source d'Apprentissage : Social et cognitive
- Autres ...

Introduction

Motivation

- Simuler un phénomène: validation du modèle + le comprendre.
- Quels sont les Moyens pour la modéliser ?
- Model OEP proche de la réalité: chaque individu est caractérisé par le couple (Position, Vitesse)
 - Possibilité de l'émergence à base des Mouvements
 - Présence des Attracteurs.
 - Présence de l'apprentissage.
- D'où L'OEP comme base pour modéliser le phénomène

Phénomène Naturel

Étourneau Sansonnet

Caractéristiques:

- Nom « Sturnus Vulgaris » de taille environ 21cm.
- C'est un oiseau abondant et envahissant.
- Grand capacité d'adaptation, il mange de tout.
- C'est un excellent imitateur.
- C'est un oiseau migrateur.
- Taille de l'essaim est de l'ordre de dizaines de milliers.

Données Collectés, Images



Modèles Biologiques & Simulation d'Essaim

Model de Reynolds : Boids [1986]

- Chaque Oiseau garde un minimum de distance avec son voisinage
- Les règles gouvernantes le comportement sont :
 - Règle de séparation
Maintenir une distance minimale avec le voisinage.
 - Règle d'alignement
Adapter la vitesse en fonction des oiseaux dans le voisinage.
 - Règle de Cohésion
Déplacer vers le centre de la masse des oiseaux en voisinage.

Modèles Biologiques & Simulation d'Essaim

Model de Reynolds – [Flacke]

- Une autre règle ajoutée par Flacke
 - Vue : déplacer latéralement par apport au Boid bloquant la vue.
- Reynolds Boids

Considéré actuellement le meilleur exemple pour l'intelligence collective: émergence des comportements de vols d'oiseaux à base des simples règles.

Modèles Biologiques & Simulation d'Essaim

Model de Heppner et al. [1990]

- Combinaison entre:

- le modèle de Reynolds (les trois Règles) pour décrire le mouvement des individus.
- Ajout d'une force permettant l'attraction des individus à l'aire de repos.
- Équation représentant l'aire de repos est la suivante :

$$f = \sqrt{(x(t) - 100)^2} + \sqrt{(y(t) - 100)^2}$$

La Position (100, 100) représente l'aire de repos

Modèles Biologique & Simulation Essaim

Model de Heppner et al. [1990]

- Heppner propose trois règles pour le modèle.
 - Rester au Repos (Homing)
Chaque individu essaye de rester à l'aire de repos.
 - Régulation de la vitesse
Chaque individu vole avec une vitesse prédéfinie et il retourne à cette vitesse en cas de perturbation.
 - Interaction
Si deux individus sont trop proches, d'où une séparation.
S'ils sont trop éloignés, aucun des deux n'a d'influence sur l'autre. Ailleurs ils essayent de déplacer ensemble.

Modèles Biologiques & Simulation d'Essaim

Model de Aoki [1982] – Biologique

- Modélisation des groupes de poissons.
 - Même comportement pour les membres de groupes.
 - Sans Directives, et sans stimulus extérieurs.
 - Le mouvement de chaque poisson est influencé par les proches voisins.
 - L'environnement est divisée en trois zones.
 - Zone de Répulsion $r < r_1$
le poisson nage perpendiculaire pour éviter la cohésion.
 - Zone d'Orientation Parallèle $r_1 < r_2$
Le poisson nage dans la même direction avec son voisinage.
 - Zone Attraction $r_2 < r_3$
le poisson exerce une force d'attraction en direction vers le voisinage.

Modèles Biologiques & Simulation d'Essaim

Model de Huth et al. [1992] – Biologique

- Même modèle d'Aoki à l'exception l'ajout d'une autre règle.
 - Recherche $r > r_3$
le poisson n'a pas de voisinage, dans ce cas il exerce un comportement aléatoire: Générer un angle aléatoire selon la loi de Gauss et une vitesse selon la loi de Gamma.

Model de Couzin et al. [2002] – Biologique

- Même modèle que les précédents.
 - ZOR
Zone de répulsion.
 - ZOO
Zone d'orientation.
 - ZOA
Zone d'attraction.

Optimisation par Essaim Particulaire

Modèle OEP

- Standard OEP [2006]

$$x(t+1) = x(t) + v(t+1)$$

$$v(t+1) = wv(t) + R(c)(p(t) - x(t)) + R(c)(g(t) - x(t))$$

$$R: U[0 \ c]$$

- Deux Attracteurs
 - Mémoire d'individu selon f noté $p(t)$
 - Mémoire des Informants selon f noté $g(t)$

Optimisation par Essaim Particulaire

Modèle OEP

- Topologies : Sociométrique et Spatial (Social, distance)
 - Lbest et Gbest.
 - Van Neumann.
 - Moore.
 - Topologie en Étoile.
 - Clustering topologie.
 - Hiérarchique
 - Topologie Aléatoire.
- Autres Versions : CPSO, FIPS, TRIBES

Optimisation par Essaim Particulaire

Exemple de Modèle Basé sur l'OEP

- Travaux de Blackwell et al. [2002-2006] :
 - L'essaim est interprété par la transcription de la position en un évènement musical dans l'espace de la musique.
 - Un évènement d'audio externe est interprété et placé dans un espace de recherche et devient comme un attracteur pour l'essaim.
 - Chaque évènement est joué à l'aide d'un synthétiseur interne.
- La dynamique de l'essaim est similaire aux règles du modèle de Reynolds

Optimisation par Essaim Particulaire

Exemple de Modèle Basée sur l'OEP

$$a_i = \frac{1}{m} f(S(i), \alpha)$$

$$v_i(t+1) = \min(v_i(t) + a_i, v_{\max})$$

$$x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t+1)$$

a_i est l'accélération

$S(i)$ Topologie d'informant

Modélisation

Modèle pour le Phénomène

- Les coordonnées d'un individu sont exprimés à l'aide de système

$$\begin{cases} x_i = x_i + v_i \\ v_i = v_i + A_{AR} \end{cases}$$

- L'attraction est exprimée par

$$A_{A_i} = c_1(x_{ld} - x_i) + c_2(x_{gp} - x_i)$$

- La répulsion est exprimée en fonction de la distance.

$$A_{R_i} = c_0 \sum_j \frac{x_i - x_j}{|x_i - x_j|}$$

Modélisation

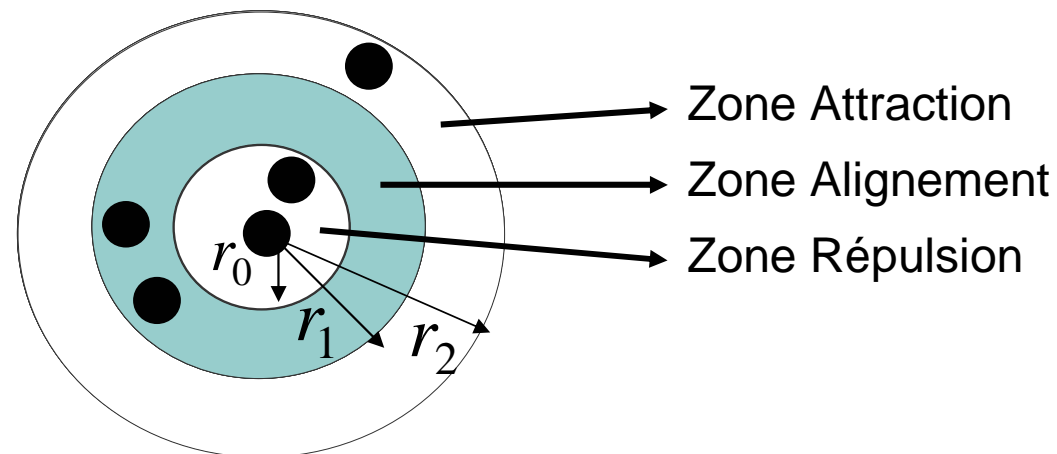
Modèle pour le Phénomène

- Avec l'utilisation seulement de la répulsion et l'attraction, les individus oscillent entre la répulsion et les attrapeurs. Le comportement est loin de comportement des volés d'oiseaux.
- Les Comportements Observés dans la nature montre que :
 - les individus essaie de maintenir un minimum de distance entre eux. Pour éviter la collision.
 - Si ce n'est pas le cas, ils exercent une force d'attraction envers les autres pour éviter l'isolation. Puis ils s'alignent avec le voisinage.

Modélisation

Zones : Répulsion, Alignement et Attraction

- Les trois zones représentent l'environnement, chaque zone possède une limite appelée Radius.
- Chaque individu possède trois listes représentant les Individus dans la zone de répulsion, dans la zone d'orientation et dans la zone d'attraction.



Modélisation

Le modèle:

$$x_i = x_i + v_i$$

$$v_i = v_i + a_{i(ROA)}$$

$$a_{i(ROA)} = c_0 \sum_{i \neq j}^n \frac{(x_i - x_j)}{\|x_j - x_i\|} + \sum_j^n \frac{v_j}{\|v_j\|} + \sum_{k=1}^m c_k (x_k - x)$$

Expérimentation

Algorithme

- -----
- **The algorithm**
- -----
- *Initialize {Dimension, swarm size},*
- *Generate the swarm position and the speed randomly*
- **Ask Individuals**
- [*{Perform the following instruction in parallel, i.e. for each individual }*
- *Calculate the Individual-Set*
- *Flock-Repulsion: Agent -set in repulsion zone.*
- *Flock-Alignment: Agent -set in Alignment zone.*
- *Flock-Attraction: Agent -set in Attraction zone.*
- *If any? Flock-Repulsion Perform Repulsion Acceleration;*
- *If any? Flock-Alignment Perform Alignment Acceleration;*
- *If any? Flock-Attraction Perform Attraction Acceleration;*
- *Clamp the Individual Speed*
- *Control and Clamp the exceeded position,*
- *Update the individual position.*
- *]*
- **End Algorithm**
- -----

Expérimentation

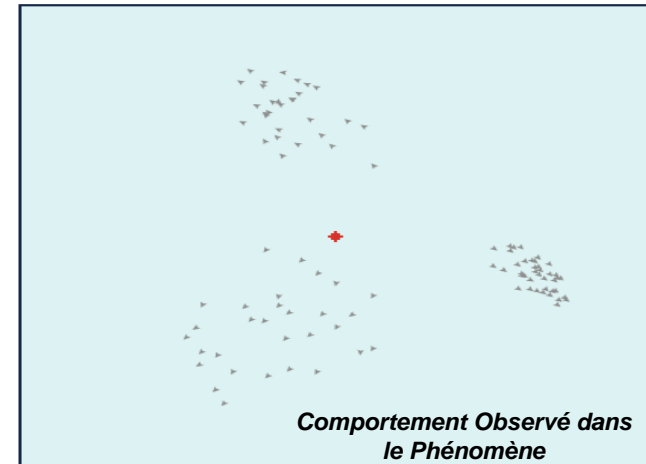
Formes parallèle et attractants.

- Attracteurs & Paramètres

- Les deux Attracteurs sont :
 - Centre de l'essaim.
 - Meilleure Individu selon la fonction :

$$f = \sqrt{x(t)^2} + \sqrt{y(t)^2}$$

- Attractives, $c_0 \in [\frac{1}{10}, \frac{1}{2}]$ $c_2 \geq \frac{1}{2}$ $c_1 < c_2$ $r_0 = 8, r_1 = 16, r_2 = 26$
- Parallèle, $c_0 \in [\frac{1}{2}, 1]$ $c_1 \in [0, \frac{1}{2}]$ $c_2 \in [0, \frac{1}{2}]$ $r_0 = 4, r_1 = 26, r_2 = 30$



Expérimentation

Division de l'essaim : Multi Essaim

- **Attracteurs & Paramètres**

- Les deux Attracteurs sont :

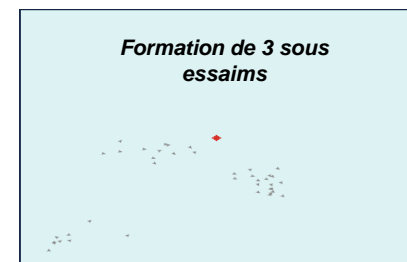
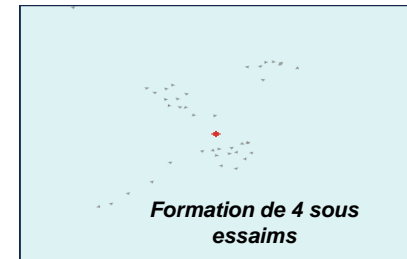
- Centre de sous essaim.
- Meilleur Individu selon la fonction f.

Par apport au sous essaim.

- Les Paramètres

$$c_0 \in \left[\frac{1}{10}, \frac{1}{2}\right] \quad c_1 \in \left[0, \frac{1}{2}\right] \quad c_2 \in \left[0, \frac{1}{2}\right]$$

$$r_0 = 4, \quad r_1 = 8, \quad r_2 = 16$$



Expérimentation

Autres Formes Observés – (Torus Forms).

- Attracteurs & Paramètres

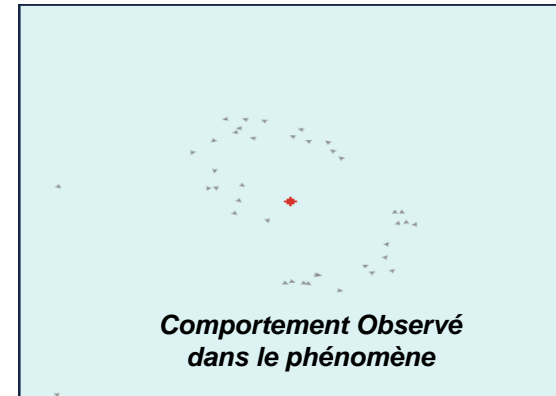
- Les deux Attracteurs sont :

- Centre de l'essaim dans la zone d'attraction.
- Meilleure Individu selon la fonction f.

- Les Paramètres

$$c_0 = - \quad c_1 \in [0, \frac{1}{2}] \quad c_2 \in [0, \frac{1}{2}]$$

$$r_0 = 0, \quad r_1 = 16, \quad r_2 = 26$$



Conclusion & Perspectives

- Les résultats obtenues sont fonction des facteurs de répulsion, d'attraction et des attracteurs utilisés.
- Les résultats obtenus représentent un commencement dans la simulation du phénomène naturel.
- Perspectives :
 - Avoir une fonction objective pour la dynamique? Problème difficile !
 - Penser aux attracteurs, et à la topologie d'informants ?
 - Penser à la division de l'essaim en multi essaims ?
 - Chaque essaim possède ces propres attracteurs?

Optimisation Par Essaims Particulaires et le comportement des volées d'oiseaux à Proximité des Aires de Repos

Merci Messieurs

Ali LEMOUARI⁽¹⁾

Nadjib BRAHIMI⁽¹⁾

Mohammed BENMOHAMMED⁽²⁾

(1) École des Mines de Nantes-IRCCyN UMR CNRS 6597

4, rue Alfred Kastler - BP 20722

F-44307 Nantes Cedex 3 FRANCE

Fax: 02.51.85.83.49

E-mail: ali.lemouari@emn.fr , nadjib.brahimi@emn.fr

(2) Département d'Informatique, Université de Constantine, Algeria

E-mail : ibnm@yahoo.fr