

Optimisation par essaims particulaires et le comportement des volées d'oiseaux à proximité des aires de repos

Cas : "Étourneau sansonnet"

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

Résumé

Dans ce papier, nous utilisons l'optimisation par essaims particulaires pour simuler le comportement des volées d'oiseaux à proximité des aires de repos. Le phénomène observé montre plusieurs comportements collectifs, qui présentent un degré élevé d'émergence. Nous classifions ces comportements suivant trois formes : la forme répulsive, la forme attractive, et la forme répulsive-attractive. En second lieu, nous avons proposé un modèle adapté de l'optimisation par essaims particulaires, basé sur la distance inter-individu. Cette distance est uniforme pour les formes répulsives, minimale pour les formes attractives. Pour les formes répulsive-attractive, la distance est presque nulle dans la tête de la forme et uniforme dans le reste.

Mots clés: *Étourneau, PSO, Air de repos.*

1. Présentation.

Ces dernières années, un nombre de travaux de recherche se sont intéressés à l'étude de volées d'oiseaux. La majorité de ces études se sont focalisées sur l'amélioration du rythme d'alimentation et sur l'évitement de la prédation. Keys et Dugatkin (1990) ont étudié la taille des volées et les effets de position, ainsi que l'agression intraspécifique des étourneaux européens. Reynolds et al. (1980) ont également étudié la taille des volées d'oiseaux. Maccarone (1986) a étudié l'effet de la couverture de neige sur l'activité des étourneaux et les modèles de fourrage. Caccamise et Morrisio (1985) ont étudié les aires de repos des étourneaux. Schuck-paim et Kacelin ont récemment présenté une étude du fourrage dans (Schuck-paim et Kacelink, 2002). Les auteurs ont utilisé les étourneaux européens pour examiner la rationalité dans les choix à risque. L'année 2005 a vu la mise en route d'un nombre de projets, tel que le projet StarFiag (StarFiag, 2005) ayant pour objectifs d'obtenir des données correctes et très précises, afin d'apprendre à modéliser, de façon détaillée, les mouvements d'une volée et de comprendre la signification biologique de ces mouvements.

L'observation des mouvements de volées d'oiseaux, effectuée sur un grand nombre d'étourneaux, montre la présence d'un nombre de comportements collectifs très intéressants qui s'élaborent en très peu de temps, précisément au coucher du soleil. Une volée de milliers d'étourneaux migrateurs peut être observée facilement dans son air de repos. Afin de simuler ces comportements et de comprendre le phénomène, le mouvement de chaque individu situé à une position ayant une vitesse donnée peut être assimilé au modèle d'Optimisation par Essaims Particulaires (OEP ou PSO pour *Particle Swarm Optimization*).

Nous résumons notre papier en deux sections. La première section est consacrée à l'observation du phénomène pour lequel un grand nombre de données précises ont été recueillies. Dans la deuxième section, nous proposons une adaptation du modèle d'optimisation par essaims particulaires basée sur les différentes formes observées.

2. Intelligence en essaim et optimisation par essais particuliers

L'intelligence en essaim est « tout essai de conception d'algorithmes ou de dispositifs de résolution distribuée de problèmes, inspiré par le comportement collectif des colonies d'insectes sociaux et d'autres sociétés d'animaux » (Bonabeau, 1999). Essaim désigne toute collection restreinte d'agents ou individus communicants : une volée d'oiseaux est un essaim d'oiseaux ; un système immunitaire est un essaim de cellules et molécules, etc. PSO, développé par Kennedy, Eberhart, Clerc et d'autres, intègre les comportements d'essaimage observés dans des volées d'oiseaux. Il s'agit d'un outil qui peut servir facilement à résoudre différents problèmes d'optimisation. Le point fort principal de l'optimisation par essais particuliers est sa convergence rapide qui pourrait devancer d'autres méthodes d'optimisation globale, tel que les algorithmes génétiques et le recuit simulé.

3. Essai d'adaptation

En se basant sur notre observation, nous avons modifié le modèle développé par Blackwell et Bentley (Blackwell and Bentley, 2003) et (Blackwell 2006) et nous avons accompli un grand nombre de simulations. La différence entre les deux modèles est que dans le modèle de Blackwell et Bentley, les particules sont attirées par une cible qui se déplace en réaction à des événements externes, tandis que les particules de notre modèle se déplacent en réaction à la position des particules voisines.

Soit N la taille de la population et P_i une particule où $i = (1..N)$.

Les coordonnées des particules sont représentées par le système (v_i représente la vitesse de l'individu i):

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

L'accélération entraînée par les particules est : $A_{AR} = A_A + A_R$, où A_A est la force d'attraction et A_R est la répulsion (évitement) inter particules. A_A et A_R sont exprimées comme suit :

$$A_{A_i} = c_1 (x_{ld} - x_i) + c_2 (x_{gp} - x_i), A_{R_i} = \sum_j \frac{c_0}{|x_i - x_j|}$$

Où:

x_j : L'agent placé dans le rayon d .

x_{ld} : Il s'agit d'un bon emplacement déjà visité par une particule dans le voisinage topologique de i .

x_{gp} : Un bon emplacement par rapport à la population perçue. Nous utilisons une distance appelée la vision de l'individu.

Afin de simuler différentes formes, nous utilisons un environnement d'essaimage. La distance de vision est supérieure à la distance locale, chaque individu possède son désir d'attraction ou de répulsion. La population est générée aléatoirement à l'état initial.

Bibliographie

Blackwell T. and Bentley P. J. 2003, "Don't Push Me! Collision-Avoiding Swarm", CEC02, 2, 1697-1702.

Blackwell T. 2006. "Swarming and music", Goldsmith College, London.

Bonabeau E., Dorigo M., and Theraulaz G. 1999, "Swarm intelligence: from natural to artificial system", Oxford university, press.

Caccamise D.F., and Morisson D. W., 1985, "Avian communal roosting, a test of the patch-setting hypothesis", condor, 90, 453-458.

Keys G.C., and Dugatkin L.A. 1990, "Flock size and position effects on vigilance, aggression and prey capture in the European starling", condor, 92, 151-159.

Maccarone A.D. 1986, "Effect of snow cover on starling activity and foraging patterns", Wilson bull, 99, 97-100.

Reynolds R. T., Scott J. M., and Nussbaum R. A. 1980, "A variable circular-plot method for estimating bird numbers", condor, 82, 309-313.

Schuck-paim C., and Kacelink A. 2002, "Rationality in risk-sensitive choices by starling" Animal behavior, 64, 869-879.

StarFiag, 2005, <http://angel.elte.hu/starling/>.