

**Département d'Informatique Fondamentale et ses
Applications DIFA**
Dr .Esma BENDIAB
Maître de conférences



CHAPITRE 07

Cuckoo Search Algorithm

Plan de la présentation

2

- 1. Cuckoo search algorithm (Contexte , Historique et idée générale).
- 2. Comportement de Cuckou ;
- 3. Caractéristiques de la “Cuckoo search”
- 4. Lévy Flights
- 5. L’algorithme “Cuckoo search “
- 6. Applications de l’algorithme “Cuckoo search”.

Introduction

3

- Une méthode d'optimisation globale basée sur le comportement des coucous proposée par Yang & Deb (2009).
- L'«algorithme de recherche de coucou (CS)» original est basé sur l'idée suivante:
 - Comment les coucous pondent leurs oeufs dans les nids de hôte.
 - Comment, s'ils ne sont pas détectés et détruits, les oeufs sont couvés jusqu'à devenir poussins , par les hôtes.
- Comment un algorithme de recherche basé sur un tel schéma peut être utilisé pour trouver l'optimum global d'une fonction.

Comportement de l'élevage du coucou

4

- Le CS s'est inspiré du parasitisme contraint du couvain de certaines espèces de coucous en pondant leurs oeufs dans les nids d'oiseaux hôtes.
- Certains coucous ont évolué de telle manière que les coucous parasites femelles peuvent imiter les couleurs et les motifs des oeufs de quelques espèces hôtes choisies.
- Cela réduit la probabilité que les oeufs soient abandonnés et, par conséquent, augmentent leur reproductibilité.



Comportement de l'élevage du coucou

5

- Si les oiseaux hôtes découvrent que les oeufs ne sont pas les leurs, ils les jetteront ou simplement abandonneront leurs nids et en construiront de nouveaux.
- Les coucous parasites choisissent souvent un nid ou l'oiseau hôte vient de pondre ses propres oeufs.
- En général, les oeufs de coucou éclosent un peu plus tôt que leurs oeufs hôtes.

Comportement de l'élevage du coucou

6

- Une fois le premier poussin coucou éclos, sa première action instinctive est d'expulser les oeufs de l'hôte en les propulsant aveuglement hors du nid.
- Cette action entraîne une augmentation de la part de nourriture du poussin coucou fournie par son oiseau hôte.
- De plus, des études montrent qu'un poussin coucou peut imiter l'appel des poussins hôtes pour avoir accès à plus d'opportunités d'alimentation.



Comportement de l'élevage du coucou

7

- • Chaque oeuf dans un nid représente une solution et un oeuf de coucou représente une nouvelle solution.
- • L'objectif est d'utiliser les solutions nouvelles et potentiellement meilleures (coucous) pour remplacer les solutions moins bonnes dans les nids.
- • Dans la forme la plus simple, chaque nid a un oeuf.

Comportement de l'élevage du coucou

8

- L'algorithme peut être étendu a plus cas compliques dans lesquels chaque nid contient plusieurs oeufs représentant un ensemble de solutions



Métaphore

9

- La recherche de coucou (CS) utilise les représentations suivantes:
- Chaque œuf dans un nid représente une solution et un œuf de coucou représente une nouvelle solution.
- L'objectif est d'utiliser les solutions nouvelles et potentiellement meilleures (coucous) pour remplacer une solution pas si bonne dans les nids.
- Dans la forme la plus simple, chaque nid a un œuf. L'algorithme peut être étendu à des cas plus complexes dans lesquels chaque nid a plusieurs œufs représentant un ensemble de solutions.

Caractéristiques de la “Cuckoo search”

10

- CS est basé sur trois règles :
 1. Chaque coucou pond un œuf à la fois et jette son œuf dans un nid choisi au hasard;
 2. Les meilleurs nids avec des œufs de haute qualité seront transférés à la prochaine génération;
 3. Le nombre de nids d'hôtes disponibles est fixe, et l'œuf pondu par un coucou est découvert par l'oiseau hôte avec une probabilité $p \in [0,1]$.

Caractéristiques de la “Cuckoo search”

11

- Dans ce cas, l'oiseau hôte peut jeter l'œuf / abandonner le nid et construire un tout nouveau nid. De plus, Yang et Deb ont découvert que la recherche de type marche aléatoire est mieux effectuée par les vols de Lévy plutôt que par une simple marche aléatoire.



Vol de Levy (Levy Flight)

12

- Dans la nature, les animaux recherchent de la nourriture de manière aléatoire ou quasi aléatoire.
- En général, le chemin de recherche de nourriture d'un animal est en fait une marche aléatoire car le prochain mouvement est basé à la fois sur l'emplacement / l'état actuel et la probabilité de transition vers l'emplacement suivant.
- La direction choisie dépend implicitement d'une probabilité, qui peut être modélisée mathématiquement.
- Un vol de Levy est un déplacement aléatoire dans laquelle les longueurs de pas sont réparties selon une distribution de probabilité.
- Après un certain nombre d'itération, la distance depuis l'origine du déplacement aléatoire tend vers une distribution stable.

Vol de Levy (Levy Flight)

13

- Un vol de Lévy , du nom de mathématicien français Paul Lévy , est une marche aléatoire dans lequel l'étape longueurs ont une distribution de Lévy .
- Une distribution de probabilité qui est lourde à queue . Lorsqu'elles sont définies comme une promenade dans un espace de dimension supérieure à un, les pas effectués sont dans des directions aléatoires .

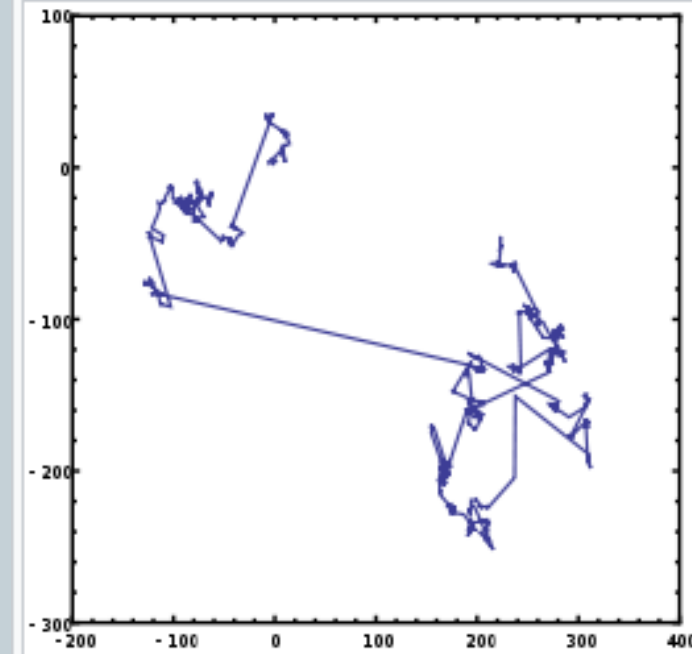


Figure 1. Un exemple de 1000 étapes d'un vol Lévy en deux dimensions. L'origine du mouvement est à $[0,0]$, la direction angulaire est uniformément distribuée et la taille du pas est distribuée selon une distribution de Lévy (c'est-à-dire stable) avec $\alpha = 1$ et $\beta = 0$ qui est une distribution de Cauchy . Notez la

Algorithm Cuckoo Search

14

Algorithm 1 Cuckoo search algorithm

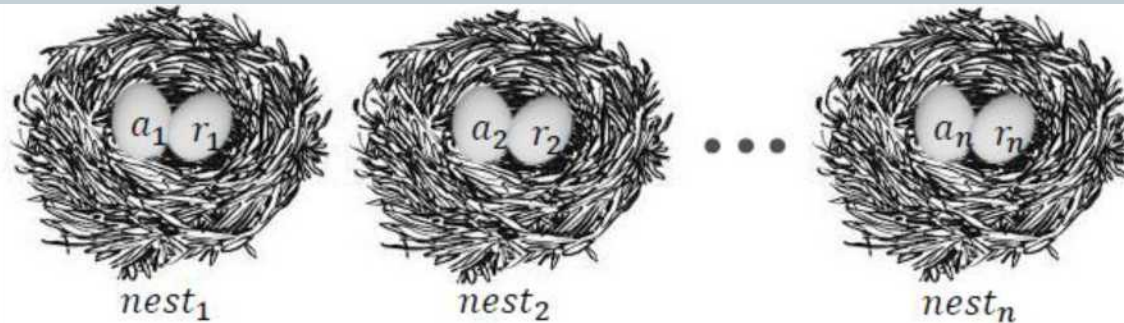
- 1: Set the initial value of the host nest size n , probability $p_a \in [0, 1]$ and maximum number of iterations Max_{itr} .
 - 2: Set $t := 0$. {Counter initialization}.
 - 3: **for** ($i = 1 : i \leq n$) **do**
 - 4: Generate initial population of n host $x_i^{(t)}$. { n is the population size}.
 - 5: Evaluate the fitness function $f(x_i^{(t)})$.
 - 6: **end for**
 - 7: **repeat**
 - 8: Generate a new solution (Cuckoo) $x_i^{(t+1)}$ randomly by Lévy flight.
 - 9: Evaluate the fitness function of a solution $x_i^{(t+1)}$ $f(x_i^{(t+1)})$
 - 10: Choose a nest x_j among n solutions randomly.
 - 11: **if** ($f(x_i^{(t+1)}) > f(x_j^{(t)})$) **then**
 - 12: Replace the solution x_j with the solution $x_i^{(t+1)}$
 - 13: **end if**
 - 14: Abandon a fraction p_a of worse nests.
 - 15: Build new nests at new locations using Lévy flight a fraction p_a of worse nests
 - 16: Keep the best solutions (nests with quality solutions)
 - 17: Rank the solutions and find the current best solution
 - 18: Set $t = t + 1$. {Iteration counter increasing}.
 - 19: **until** ($t < Max_{itr}$). {Termination criteria satisfied}.
 - 20: Produce the best solution.
-

Les étapes de l'algorithme

15

- Les étapes suivantes décrivent les principaux concepts de l'algorithme Cuckoo search

Étape 1. Générez une population initiale de n nids d'hôtes.



(a_i, r_i) : un candidat pour des parametres optimaux

Les étapes de l'algorithme

16

- Etape 2. Déposez l'oeuf (a_k, b_k ') dans le nid k .
- Le nid K est selectionne au hasard.
- L'oeuf de coucou est très similaire à l'oeuf hôte.

Où:

$$a_k' = a_k + \text{Randomwalk (vol Levy)} a_k$$

$$r_k^f = r_k + \text{Randomwalk (vol Levy)} r_k$$

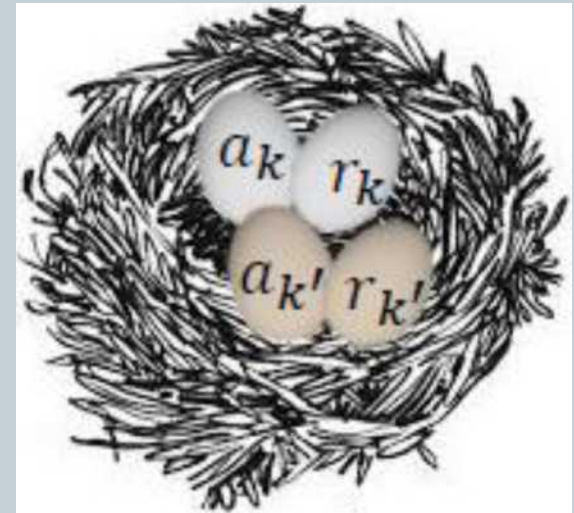


Les étapes de l'algorithme

17

- Etape 3. Comparez la fitness de l'oeuf coucou à celle de l'oeuf hôte.

Erreur quadratique moyenne (RMSE)

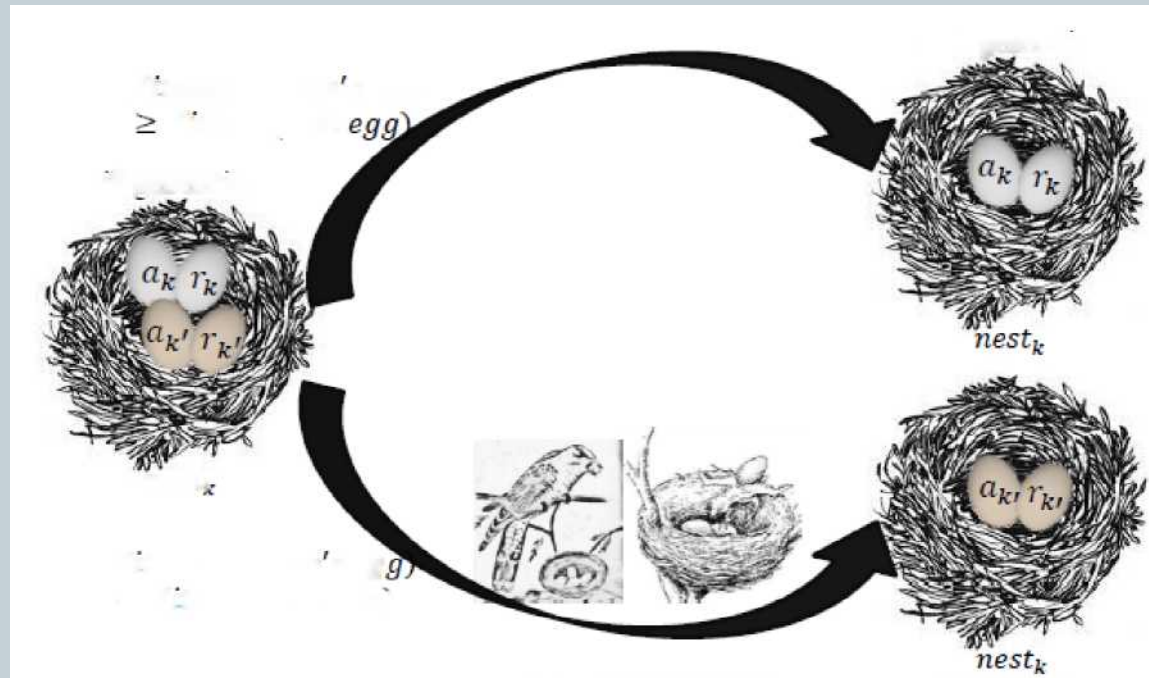


nest_k

Les étapes de l'algorithme

18

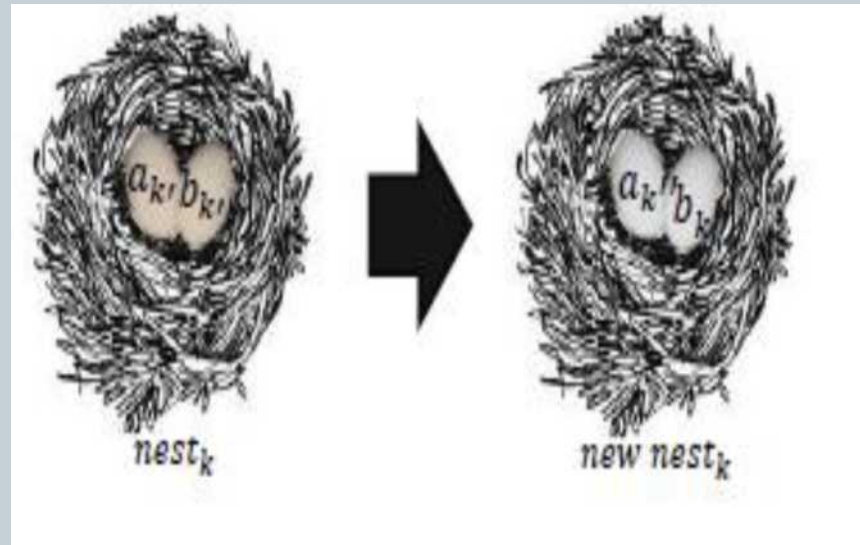
- Etape 4. Si la fitness de l'oeuf coucou est meilleure que celle de l'oeuf hôte, remplacez l'oeuf du nid par un oeuf coucou.



Les étapes de l'algorithme

19

- Etape 5. Si l'oiseau hôte le remarque, le nid est abandonné et un nouveau est construit. ($p < 0,25$) (pour éviter l'optimisation locale)



- Répéter les étapes 2 à 5 jusqu'à ce que le critère de terminaison soit satisfait.

Applications CS Algorithm

20

- Problèmes d'optimisation de l'ingénierie
- Problèmes d'optimisation combinatoire NP complexe
- Fusion de données dans les réseaux de capteurs sans fil
- Apprentissage Réseau de neurones.
- Planification de la fabrication.
- Problèmes de Scheduling.