ALGORITHME D'OPTIMISATION HARRIS HAWK

Définition

L'algorithme d'Optimisation Harris Hawk (HHO) est un nouvel algorithme d'intelligence en essaim basé sur la population. Il a été proposé par Heidari et al. en 2019.heidari2019harris.

La principale inspiration de HHO est le comportement coopératif et le style de chasse des faucons de Harris dans la nature, connu sous le nom de "Bond Surprise". Nous supposons que la proie est un lapin dans cette stratégie inventive. Les faucons de Harris parcourent de longues distances stériles pour capturer une proie. Si une proie est détectée à l'issue de cette recherche, le troupeau tente de l'attaquer de manière coopérative de différentes directions et converge simultanément vers cette proie.

Modélisation

Dans l'algorithme HHO, une population ou un essaim de faucons de Harris parcourt un espace de recherche multidimensionnel à la recherche de proies. Chaque faucon i de l'essaim a une position S_i, une valeur objective $F(S_i)$ se dirige vers la proie ciblée par l'essaim. Plus formellement, soit S une population de n solutions (faucons), où chaque solution i $(1 \leq i \leq n)$ a une position $S_i = \{S_{i1}, S_{i2}, \ldots, S_{iD}\}$ dans l'espace de dimension D, soit $F(S_i)$ la valeur objectif du faucon i et soit $S^* = \{S_1^*, S_2^*, \ldots, S_D^*\}$ la position de la proie cible.

Pour chaque itération t, chaque faucon i ajuste sa position S_i^t selon trois paramètres. Le premier paramètre, noté E, représente l'énergie de fuite de la proie cible. Il permet de maintenir un équilibre entre les phases d'exploration et d'exploitation. La valeur de E est calculée selon l'Équation (1) :

$$E = 2E_0(1 - \frac{t}{T}) \tag{1}$$

Où :

$E_0 \in [-1, 1]$, est une valeur aléatoire qui désigne l'énergie initiale du faucon.
t, désigne le nombre actuel d'itérations.
T, désigne le nombre maximum d'itérations.

Le deuxième paramètre, noté q, est un nombre aléatoire $\in [0, 1]$, il permet d'ajuster l'équilibre entre deux stratégies de perchage lors de la phase d'exploration. Le nombre aléatoire r, également appelé troisième paramètre $\in [0, 1]$. Il donne la possibilité d'évaluer la probabilité que la proie échappe à l'attaque. Pendant la période d'exploitation le paramètre r est employé avec E afin de réaliser le Bond Surprise et de gérer l'équilibre entre quatre stratégies d'attaque, telles que le siège doux, le siège dur, le siège doux avec une stratégie de plongées rapides progressives et le siège dur avec une stratégie de plongées rapides progressives.

Lorsque $|E| \geq 1$, la phase d'exploration est mise en marche et la position S_i^t est actualisée en fonction de la valeur de q. La nouvelle position est déterminée de manière aléatoire en utilisant la première stratégie de perchage lorsque $q \geq 0.5$, telle que définie par l'Équation (2) :

$$S_i^{t+1} = S_{rand}^t - r_1 |S_{rand}^t - 2r_2 S_i^t| \tag{2}$$

Où :

r_1, $r_2 \in [0, 1]$, sont des nombres réels aléatoires.

S_{rand}^t, est la position d'un faucon sélectionné aléatoirement à partir de l'essaim.

Quand q est inférieur à 0.5, la position S_i^t est déterminée de manière aléatoire en utilisant la deuxième stratégie de perchage, telle que définie par l'Équation (3) :

$$S_i^{t+1} = (S^* - S_m^t) - r_3(S_{\min} + r_4(S_{\max} - S_{\min})) \tag{3}$$

Où :

r_3, $r_4 \in [0, 1]$, sont des nombres réels aléatoires.

$S_{\max}$, $S_{\min}$, sont les bornes supérieures et inférieures de l'espace de recherche.

S_m^t, est la position moyenne des faucons. Elle est calculée à l'aide de l'Équation (4) :

$$S_m^t = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^{n} S_i^t \tag{4}$$

D'un autre côté, lorsque $|E|$ est inférieur à 1, la phase d'exploitation est mise en marche, le Bond Surprise est réalisé et la position S_i^t est ajustée en fonction des valeurs de E et r.

Lorsque $|E| \geq 0.5$ et $r \geq 0.5$, la proie visée présente une énergie accrue et moins de possibilités de s'échapper. Ainsi, le faucon utilise la méthode du siège doux en entourant paisiblement la proie et réalise le Bond Surprise, tel que défini par l'Équation (5) :

$$S_i^{t+1} = (S^* - S_i^t) - E\left(|2(1 - r_5)S^* - S_i^t|\right) \tag{5}$$

Où :

$r_5 \in [0, 1]$, est un nombre réel aléatoire.

Lorsque $|E|$ est inférieur à 0.5 et $r \geq 0.5$, la proie a une énergie réduite et moins de possibilités de s'échapper. Ainsi, le faucon adopte une stratégie de siège dur telle qu'illustrée par l'Équation (6) :

$$S_i^{t+1} = S^* - E|S^* - S_i^t| \tag{6}$$

Lorsque $|E| \geq 0.5$ et $r < 0.5$, la proie possède davantage d'énergie et de possibilités de s'échapper. De cette manière, le faucon adopte le siège doux en adoptant une stratégie progressive de plongées rapides. Dans cette situation, le HHO utilise le mécanisme de Lévy Flight (LF) afin de simuler à la fois le mouvement en zigzag des proies pendant leur fuite et les plongées de chasse à grande vitesse des faucons autour de la proie. Par conséquent, la position S_i^t du $i$ème faucon est mise à jour à l'aide de l'Équation (7) :

$$S_i^{t+1} = \begin{cases} Y & \text{si } F(Y) < F(S_i^t) \\ Y + S * LF & \text{sinon} \end{cases} \tag{7}$$

$$Y = S^* - E|2(1 - r_6)S^* - S_i^t| \tag{8}$$

Où :

$r_6 \in [0,1]$ est un nombre réel aléatoire.

$S \in [0,1]$ est un nombre réel aléatoire.

LF, Fonction de Lévy Flight, elle est mesurée en utilisant l'Équation (9) :

$$LF(D) = 0.001 \frac{\mu \cdot \sigma}{|v|^{\frac{1}{\beta}}} \tag{9}$$

$$\sigma = \left(\frac{\Gamma(1+\beta) \cdot \sin(\pi\beta/2)}{\Gamma(1+\beta/2) \cdot \beta \cdot 2^{(\beta-1)/2}} \right)^{\frac{1}{\beta}} \tag{10}$$

Où :

$u, v \in [0,1]$, sont des nombres réels aléatoires.

β, est une valeur constante.

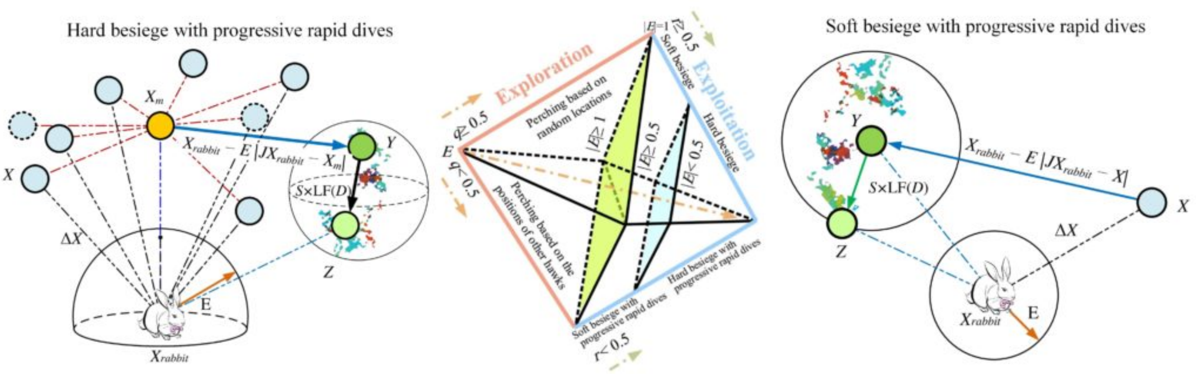
Lorsque $|E|$ est inférieur à 0.5 et que r est inférieur à 0.5, la proie a moins d'énergie et plus davantage de chances de s'échapper. Ainsi, le faucon met en place un siège rigide en adoptant une stratégie progressive de plongées rapides. Dans cette situation, le HHO utilise le même mécanisme *LF* pour représenter le mouvement en zigzag des proies pendant la fuite, ce qui permet de réduire la distance entre les faucons et la proie qui s'échappe. Par conséquent, la position S_i^t est modifiée conformément à l'Équation (11) :

$$S_i^{t+1} = \begin{cases} Y & \text{si } F(Y) < F(S_i^t) \\ Y + S * LF(D) & \text{Sinon} \end{cases} \tag{11}$$

$$Y = S^* - E|2(1-r_7)S^* - S_m^t| \tag{12}$$

Où :

$r_7 \in [0,1]$, est un nombre réel aléatoire.



Algorithme

Les principales étapes de l'algorithme HHO sont présentées dans l'Algorithme 1 :

Algorithme 1 Pseudo code de l'algorithme Harris Hawk Optimization (HHO)

```
Générer aléatoirement une population initiale de $n$ population ;
Répéter
    Evaluer la qualité de la population initiale ;
    Sélectionner la meilleure solution $S^*$ ;
    pour $i$ de 1 à $n$ faire
        Mettre à jour l'énergie de la proie (lapin) $E$ en utilisant l'Equation (1) ;
        si $|E| \geq 1$ alors
            si $q \geq 0.5$ alors
                Mettre à jour la position $S_i^{t+1}$ en utilisant l'Equation (2) ;
            sinon
                Mettre à jour la position $S_i^{t+1}$ en utilisant l'Equation (3) ;
            fsi ;
        sinon
            si $|E| \geq 0.5$ et $r \geq 0.5$ alors
                Mettre à jour la position $S_i^{t+1}$ en utilisant l'Equation (5) ;
            sinon si $|E| < 0.5$ et $r \geq 0.5$
                Mettre à jour la position $S_i^{t+1}$ en utilisant l'Equation (6) ;
            sinon si $|E| \geq 0.5$ et $r < 0.5$
                Mettre à jour la position $S_i^{t+1}$ en utilisant l'Equation (7) ;
            sinon $|E| < 0.5$ et $r < 0.5$
                Mettre à jour la position $S_i^t$ en utilisant l'Equation (11) ;
            fsi ;
        fsi ;
    fait ;
Jusqu'à nombre maximum d'itérations $t$ atteint ou solution optimale trouvée
retourner la solution optimale $S^*$ ;
```