

Algorithme Invasive Weed Optimization (IWO)

L'algorithme IWO s'inspire directement du comportement de colonisation des mauvaises herbes ainsi que de leur adaptativité à l'environnement.

Analogie entre l'IWO et la nature

Pour coloniser un espace, les mauvaises herbes procèdent par reproduction et par dispersion. Les mauvaises herbes profitent avant tout d'espaces de terre fertile laissés par l'agriculture afin de pouvoir se développer. Imaginons que des graines de mauvaises herbes parviennent par dispersion jusqu'à ces espaces vides encore non colonisés. Seules les futures mauvaises herbes les plus robustes et adaptées à ce nouveau milieu réussiront à se développer. La caractéristique favorisée dans ce nouveau milieu imprévisible est une reproduction rapide afin de disperser des graines le plus vite possible. C'est la r-sélection.

Si le milieu n'est pas trop hostile et que les mauvaises herbes y sont assez bien adaptées, elles finiront par pulluler sur ce petit espace de terre. Une compétition pour l'accès au ressource aura alors lieu. Les mauvaises herbes que l'on retrouvera alors dans ce milieu sont des plantes très localement adaptées se reproduisant lentement. C'est la k-sélection.

Dans l'algorithme IWO, Les solutions représentent les mauvaises herbes et la fitness représente les qualités d'adaptation de ces dernières. La création de solutions voisines représente la reproduction tandis que la portée du voisinage représente la dispersion. IWO emprunte aux mauvaises herbes les concepts de sélection naturelle puisque dans le processus d'exploration, les solutions vont créer un nombre de solution voisines en rapport à leur fitness. L'algorithme va aussi explorer un voisinage initialement vaste (r-sélection) puis de plus en plus petit (k-sélection). Dans cet algorithme, l'exploitation est garantie par le fait que la reproduction dépende de la fitness des solutions mais aussi par le fait que la dispersion soit de plus en plus faible.

Fonctionnement de l'algorithme

L'algorithme IWO peut être divisé en 4 grande parties.

- 1) Initialisation d'une population
- 2) Reproduction
- 3) Dispersion spatiale
- 4) Exclusion compétitive

Détaillons plus spécifiquement chacune de ces parties :

Initialisation d'une population :

La première étape de l'algorithme consiste à générer une population de graines de taille fixée (paramètre). Cette génération se fait aléatoirement dans l'espace de recherche.

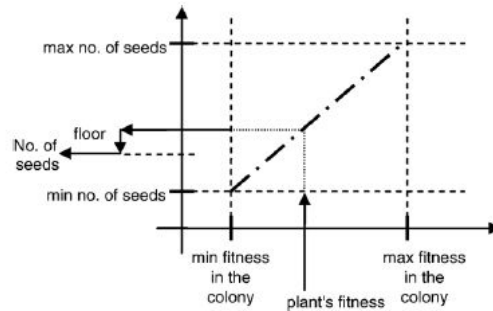
Reproduction :

Une fois la population initialisée, les graines fleurissent et deviennent des plantes qui peuvent à leur tours produire d'autre graines. La quantité de graines d'une plante donnée

peut produire est fonction de : la finesse de la plante en question, la finesse minimale de la population actuelle, et la finesse maximale de la population actuelle. Ce nombre suit la relation :

$$weed_n = \frac{f - f_{\min}}{f_{\max} - f_{\min}} (s_{\max} - s_{\min}) + s_{\min}$$

Le nombre de graines produites augmente ainsi linéairement avec la finesse de la plante (voir figure ci-dessous). Cette expression a pour avantage d'autoriser le développement et la survie de quelques mauvaises solutions de façon à augmenter la diversité génétique.



Dispersion spatiale :

Les graines précédemment créées sont ensuite dispersées aléatoirement dans l'espace de recherche à l'aide d'une loi normale de moyenne nulle et de variance non constante. En effet l'écart type varie (d'une valeur initiale à une valeur finale fixée en paramètres) au cours de l'itération de l'algorithme (voir formule ci-dessous). Ainsi, les graines ont de moins en moins de chance de se retrouver éloignées de leur plante au fil du temps, respectant ainsi le principe de r-sélection et k-sélection.

$$\sigma_{\text{iter}} = \frac{(\text{iter}_{\max} - \text{iter})^n}{(\text{iter}_{\max})^n} (\sigma_{\text{initial}} - \sigma_{\text{final}}) + \sigma_{\text{final}}$$

Exclusion compétitive :

L'exclusion compétitive s'inspire du principe de Gause : en cas de manque de ressources pour une population trop nombreuse, seule les meilleures plantes survivent dans un environnement biologique. Le processus 2 et 3 s'enchaînent donc jusqu'à ce que le nombre maximal de plante (fixé en paramètres) soit dépassé. Dès lors, seule les plantes avec la meilleure finesse survivent, les autres sont éliminées, de façon à conserver une population de la taille maximum de plante. Puis le processus est répété jusqu'à ce que le nombre d'itération défini également en paramètres soit atteint. Il est à noter que lors de ce processus de sélection, les graines produites à l'itération courante sont comparées avec les plantes mères, la sélection ne se fait pas uniquement sur ces dernières.

Résultats présentés par l'algorithme

Les résultats présentés par l'algorithme IWO sont semblables en performance à ceux présentés par d'autres métaheuristiques performantes telles que l'algorithme des colonies de fourmis ou encore l'algorithme Cuckoo. Ils sont aussi meilleurs que les résultats présentés par le recuit simulé dont certains concepts sont similaires.