

Université de Bejaia

Faculté de Technologie

Département ATE

Master 2 : Automatique et Systèmes & Automatique et Informatique Industrielle

Année : 2017/2018

Examen : Méta-heuristiques

(Intelligence Artificielle Computationnelle)

Systèmes auto-organisés * (5pts)

1. Quelle est la différence entre un système fermé et un système ouvert ? **1pt**
 - **Un système fermé n'échange pas de l'énergie avec son milieu extérieur. Son entropie augmente. Il se désorganise et tend progressivement vers l'équilibre thermodynamique. Un système fermé se dégrade.**
 - **Un système ouvert échange de l'énergie avec son milieu extérieur. Il laisse apparaître des structures dissipatives pour dissiper l'énergie reçue. Il s'auto-organise et tends vers un équilibre critique (auto-organisée). Un système ouvert évolue.**
2. Les systèmes ouverts sont capables de s'auto-organiser. Donner 3 exemples de systèmes auto-organisés. **1pt**
 - **Atmosphère, galaxies, étoiles, sociétés animales et humaines, cerveaux...**
3. Quel est le rôle d'une structure dissipative ? **1pt**
 - **Les structures dissipatives dissipent l'énergie reçue par un système ou son énergie interne. Leur évolution (dynamique) permet l'auto-organisation.**
4. D'après Per Bak, « Les structures dissipatives s'auto-organisent à la manière des transitions de phases continues ». Quelles sont les propriétés des transitions de phases continues? **1pt**
 - **Les propriétés des transitions de phases continues :**
 - **1- Amplification des fluctuations**
 - **2- Rupture de symétrie**
 - **3- Apparition et mémorisation de l'information**
 - **4- Invariance par changement d'échelle.**
5. En intelligence artificielle, on s'inspire des systèmes auto-organisés. Citer deux exemples d'intelligence artificielle inspirée de la nature (des systèmes auto-organisés). **1pt**

Algorithmes génétique, TLBO, colonie d'abeilles, colonies de Fourmies.

Algorithmes et pseudocodes ** (10 pts)

1. Donner l'organigramme le plus simple possible (ou le pseudocode) d'un algorithme génétique. **2pts**
 - A. Définition du problème**
 - B. Initialisation des paramètres de l'algorithme (N, Pm, Pcr Rdump, R.)**
 - C. Initialisation de la population**
 - D. Évaluation de la population**
 - E. Croisement**
 - F. Mutation**
 - G. Évaluation des enfants**
 - H. Sélection**

- I. Adaptation des paramètres (comme $R=R*R_{dump}..$)**
 - J. Vérification du critère d'arrêt**
 - Si oui : retourner la bonne solution
 - Sinon : aller (revenir) à l'étape E
2. Comparer le croisement et la mutation en expliquant leur rôle **2pts**
- Le croisement permet un échange du patrimoine génétique (des génomes). Il permet un héritage. L'enfant hérite de ses parents (effet mémoire pour l'algorithme). Cet opérateur permet une variation de la population et mène à une intensification de la recherche.
 - La mutation permet à l'algorithme de découvrir de nouvelles solutions (l'information étant changée aléatoirement). Cet opérateur assure une diversification de la population. Sans mutation, rares sont les algorithmes qui peuvent converger. Comme son nom l'indique, elle assure une ouverture.
3. Expliquer le principe de la « swarm intelligence » **2pts**
- L'intelligence de l'essaim, ou Swarm Intelligence (SI) fait référence à l'intelligence qui émerge du comportement collectif des systèmes auto-organisés. Les algorithmes de la SI sont des méta-heuristiques basées sur des métaphores, souvent inspirées des systèmes biologiques. En principe, on fait appel, ou on utilise, un ensemble d'agents (l'essaim ou swarm en anglais) qui, avec un certain degré de hasard et en suivant des règles simples pour interagir entre eux et leur environnement, conduisent à l'émergence d'un comportement intelligent de l'essaim. On dit que l'essaim s'auto-organise.
4. Quelle est la différence entre la Swarm Intelligence et les Algorithmes évolutionnaires ? **2pts**
- Les algorithmes évolutionnaires sont inspirés de l'évolution darwinienne. Ils sont basés sur des phénotypes (ou génotypes si l'on considère les algorithmes génétiques aussi). Ils utilisent des opérateurs inspirés de la nature tels que : mutation et croisement. Ils opèrent sur une population qui peut enfanter des enfants et, par la sélection naturelle, assure une évolution (tendance à converger).
 - Les algorithmes de la Swarm intelligence font appel, ou utilisent, un ensemble d'agents (l'essaim ou swarm en anglais) qui, avec un certain degré de hasard et en suivant des règles simples pour interagir entre eux et leur environnement, conduisent à l'émergence d'un comportement intelligent de l'essaim. On dit que l'essaim s'auto-organise.
5. Expliquer les différentes étapes de l'algorithme TLBO ? Quel est son point de force ? **2pts**
- Le TLBO a 2 phases :
 - 1- phase d'enseignement dans laquelle un enseignant, X_g , essaye d'améliorer la moyenne globale de la classe par le modèle suivant
 - 2- phase d'apprentissage ou des apprenants : dans laquelle les élèves interagissent pour échanger les informations reçues. Et ceci par le modèle suivant
 - Le TLBO n'utilise aucun paramètre d'autre que N (taille de la population)

Code et Implémentation des Algorithmes *** (5 pts)

- 1- La mutation en algorithmes génétiques est donnée par le code1 en bas de la page : **2.5 pts**
- Expliquer le rôle de chaque variable : $i, j, N, D, R, P_m, \text{enf}$ et rand
 - i : $i^{\text{ème}}$ individu
 - j : $j^{\text{ème}}$ gène
 - N : taille de la population
 - D : dimension du problème
 - R : Rayon de mutation
 - P_m : probabilité de mutation
 - end : population d'enfants

- **rand** : nombre aléatoire uniforme
- Quel est le rôle de **0.5** ?
- **0.5-rand** permet à la mutation d'avoir des valeurs négatives et positives.

2- La mutation dans l'algorithme **DE/rand/1** est donnée par **Code 2** en bas de la page. **2.5 pts**

- Donner le code de la mutation **DE/best/1** en s'inspirant du code2

```
Pop_m=[];

for i=1:N

    F=0.65+0.1*rand(1,D);

    j=randi(N);

    Pop_m(i,:)= Pop(i,:) +

        F.*(best - Pop(j,:));

end
```

- Expliquer le rôle de chaque variable utilisée
- **Pop_m** : population des vecteurs mutants
- **i** : i^{ème} individu
- **F** : facteur de mutation
- **j** : j^{ème} individu sélectionné au hasard
- **randi** : génère un nombre aléatoire entier
- **Pop** : population
- **N** : taille de la population

Code1 : Mutation en GA	Code 2 : Mutation DE/rand/1
<pre>for i=1:N for j=1:D if rand<Pm enf(i,j)=enf(i,j)+ R*(0.5-rand); end end end</pre>	<pre>Pop_m=[]; for i=1:N F=0.65+0.1*rand(1,D); j=randi(N); k=randi(N); Pop_m(i,:)= Pop(i,:) + F.*(Pop(j,:) - Pop(k,:)); end</pre>