

Cours

Techniques de l'intelligence artificielle

V2.0

20-10-19

Objectifs de l'enseignement:

Connaitre les bases des techniques de l'intelligence artificielle et son utilisation dans l'optimisation, la commande et le diagnostic.

Le module reprend le principe des méthodes heuristiques et leur programmation, les différentes topologies des réseaux de neurones et leurs algorithmes d'apprentissage, les différents concepts de base de la logique floue et ses applications.

Connaissances préalables recommandées:

- Les systèmes dynamiques

Un système est statique si sa sortie $y(t)$ à l'instant t ne dépend que de l'entrée $u(t)$ au même instant t , alors qu'un système est dynamique si sa sortie $y(t)$ peut dépendre non seulement de l'entrée présente $u(t)$ mais aussi des entrées (sorties) passées.

- L'optimisation

L'optimisation est une branche des mathématiques cherchant à modéliser, à analyser et à résoudre analytiquement ou numériquement les problèmes qui consistent à minimiser ou maximiser une fonction sur un ensemble.

- Logique.

- Probabilités.

Chapitre 1
Généralités sur le "soft computing"

1. Introduction

Le calcul souple (soft computing (en)) est un terme appliqué à un champ de l'informatique qui se caractérise par l'utilisation de solutions de calcul inexactes, pour lesquels une solution exacte ne peut être dérivée en temps normal.

Alors, le calcul souple traite de l'imprécision, de l'incertitude, de la vérité partielle, et du rapprochement pour atteindre une traçabilité. Et avec une certaine robustesse et un coût faible.

Ses principales composantes sont les méthodes d'optimisation par essaims particulières, les réseaux neuronaux, la logique floue, le raisonnement probabiliste etc. Généralement se sont des méthodes Bio-inspirées.

Une Bio-inspirées une méthode ou approche scientifique inspirée des êtres vivants pour créer des systèmes artificiels qui donnent des solutions techniques.

- Domaines d'application
 - Médecine : aide au diagnostic, ...
 - Télécoms : compression, routage, sécurité, ...
 - Industrie : supervision, contrôle qualité, ...
 - Finance : prédiction, ...
 - Biométrie : authentification par empreintes digitales,
 - Reconnaissance de formes : parole, écriture, images, ...
 - Internet : classification et recherche d'informations.

2. Méthodes Bio-inspirées

2.1. Introduction

Plusieurs mécanismes dans les systèmes biologiques ont inspiré des ingénieurs et scientifiques pour développer des méthodes ou approches scientifique (*solutions techniques*). Les notions de robustesse, d'émergence, d'auto-organisation et d'adaptabilité sont donc sous-jacentes dans ces systèmes et font même partie de leurs fondements.

2.2. Caractéristiques des systèmes biologiques

- a. La robustesse : Les systèmes biologiques sont capables de conserver les propriétés fonctionnelles du système malgré différentes perturbations.
- b. L'émergence : Elle est caractérisée par l'apparition d'une propriété dans un système alors qu'aucun composant de ce système ne contient cette propriété.
- c. L'auto-organisation est ensemble des interactions existantes entre les entités d'un système.
- d. Adaptation peuvent être définis dans les systèmes biologiques comme suit :
 - Premièrement, l'adaptation au niveau du système entier, elle peut être associée à l'auto-organisation.
 - Deuxièmement, au niveau d'une espèce, l'adaptation se fait au fil des générations.
 - Troisièmement, au niveau de l'individu est caractérisée par une capacité d'apprentissage.

2.3. Problème d'optimisation

La formulation des problèmes d'optimisation reste très ambiguë à cause de la diversité des vocabulaires.

Nous avons convenu d'adopter le vocabulaire qui suit :

La **fonction objectif** (F_{obj}) ou encore (*fonction de coût*) définit le but à atteindre, on cherche à minimiser ou à maximiser celle-ci.

Un problème d'optimisation **mono-objectif** est défini par un ensemble de variables, une fonction objectif et un ensemble de contraintes.

Un problème d'optimisation **multiobjectif** est défini par un ensemble de variables, un ensemble de fonctions objectif et un ensemble de contraintes.

L'ensemble des **contraintes** est en général un ensemble d'égalités et/ou d'inégalités que les variables de l'espace d'état doivent satisfaire. Ces contraintes limitent l'espace de recherche.

L'**espace d'état** $[x_{min}, x_{max}]$, appelé aussi (*domaine de recherche*), est l'ensemble des domaines de définition des différentes variables du problème.

Les variables du problème dite aussi variable de l'espace d'état ou de décision peuvent être de nature diverse (réelle, entière, booléenne. etc.) et exprimer des données qualitatives ou quantitatives.

Une **fonction multimodale** présente plusieurs minima (locaux et globaux). Tandis qu'une fonction **unimodale** n'a qu'un minimum, le minimum global.

Les méthodes d'optimisation recherchent **un point** (*max/min global*) ou un **ensemble de points** dans l'espace de recherche qui satisfont l'ensemble des contraintes, et qui maximisent ou minimisent la fonction objective.

La terminologie évoquée précédemment est illustré dans la figure suivante (**Fig.2.1**) :

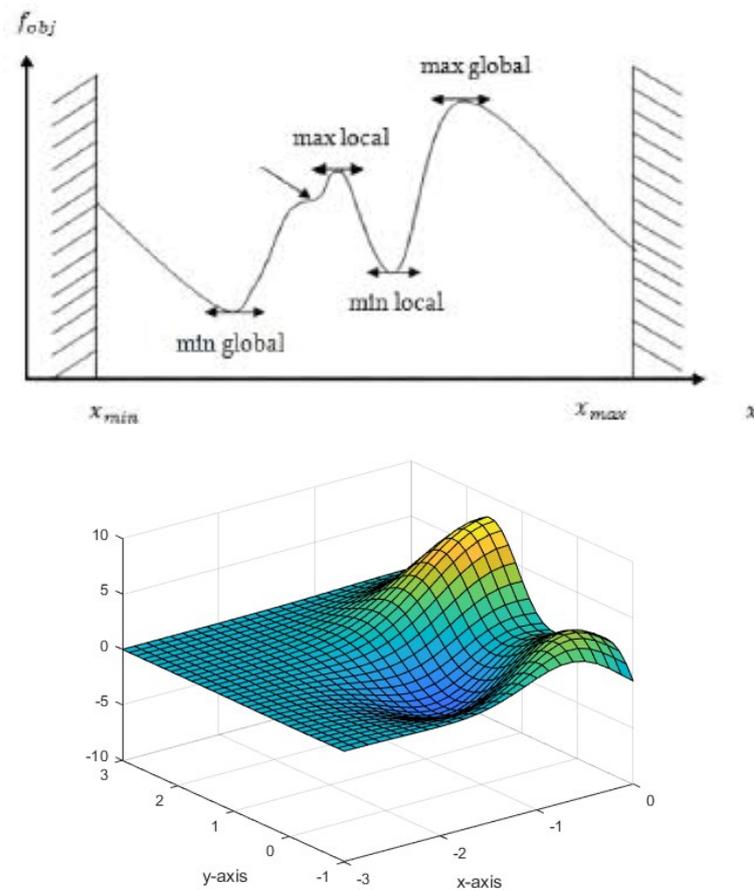


Fig.2.1 : Terminologie.

Un problème d'optimisation mono-objectif dans le cas d'une minimisation peut se présenter mathématiquement sous la forme suivante :

$$PO \left\{ \begin{array}{l} \text{Minimiser } f(x) \\ \text{sous les contraintes} \\ h_i(x) = 0 \quad , i = 1, \dots, m, \\ g_j(x) \leq 0 \quad , j = 1, \dots, k, \\ x_L \leq x \leq x_U \end{array} \right.$$