

Algorithmes génétiques

Historique

- 1860, Charles Darwin propose une théorie qui clarifie l'évolution des espèces.
- 1866, Mendel retrace dix années d'expériences d'hybridation chez les végétaux (recombinaison des gènes).
- 1900, Hugo De Vries, Carl Correns et Erich Von Tschiermark révèlent des résultats similaires à ceux de Mendel et le réhabilitent dans ses recherches.
- C'est à partir du début du 20^{ième} siècle que la mutation génétique a été mise en évidence.
- 1960, John Holland étudie les algorithmes évolutifs.
- 1975, il introduit le premier modèle formel des algorithmes génétiques.
- 1989, Goldberg publie un ouvrage de vulgarisation des algorithmes génétiques.
- 1997, Bäck utilise un algorithme évolutionnaire pour simuler l'évolution d'une population d'individus divers (généralement tirée aléatoirement au départ) à laquelle on applique différents opérateurs (recombinaison, mutations, ...) et que l'on soumet à une sélection, à chaque génération. Cet algorithme ne fait que manipuler les entrées, lire les sorties, manipuler à nouveau les entrées de façon à améliorer les sorties, etc. C'est ainsi qu'ont procédé les éleveurs pendant des millénaires sans aucune connaissance en génétique ou en biologie moléculaire.

Introduction

Les algorithmes génétiques sont constitués par une catégorie de programmes dont l'objectif est de résoudre un problème en reproduisant les mécanismes de la sélection naturelle.

Ces algorithmes constituent parfois une alternative intéressante aux réseaux de neurones mais sont plus souvent complémentaires.

Principe général

Les algorithmes génétiques comme les réseaux de neurones, ont calqué leur schéma d'optimisation sur l'observation de la sélection naturelle, et plus précisément sur les gènes et les chromosomes.

Les algorithmes génétiques travaillent sur des chaînes de caractères de taille fixe. Ces chaînes définissent chacune un individu codant son chromosome.

Au départ on définit une population d'individus de façon aléatoire. Les individus de cette population vont ensuite être évalués, être sélectionnés, se reproduire et subir des mutations. C'est un processus itératif qui prend généralement fin lorsque la population n'évolue plus entre deux périodes.

Ci-dessous une approche algorithmique en pseudocode de ce principe :

Algorithme génétique

Déclaration

Variable

t : temps ou période ;

P : population ;

Début

t = 0 ;

Initialisation de P(t) ;

Evaluation de P(t) ;

Tant que (Population non identique) **faire**

Début

t ← t + 1 ;

Sélection de P(t) dans P(t-1) ;

Recombinaison de P(t) ;

Evaluation de P(t) ;

Fin

Fin tant que

Fin.

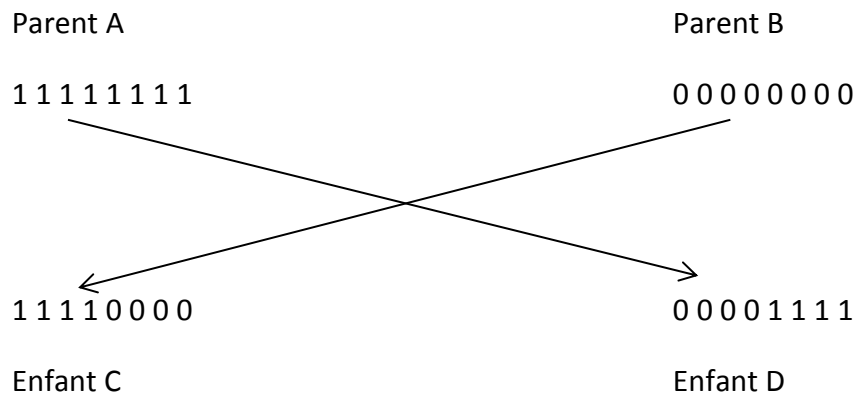
La sélection

Cette opération vise à sélectionner une sous population à partir d'une population « parent ».

La méthode la plus courante est celle initiée par John Holland en 1975, « La loterie biaisée ou la roulette wheel », qui est une méthode de sélection proportionnelle au niveau de fitness (fonction d'évaluation) des individus.

Le crossover

Le crossover, qui symbolise la reproduction (par métaphore du mécanisme de sélection naturelle), est une des étapes importantes de l'algorithme génétique.

Exemple :

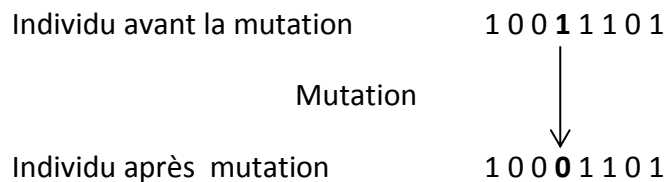
Cet exemple illustre un crossover avec deux parents (A,B) et deux enfants (C,D) qui échangent une partie de leur chaîne.

Le taux de crossover se situe entre 70% et 95% de la population totale.

La mutation

Comme pour le crossover, la mutation vise à modifier de façon aléatoire une partie de la population.

Le taux de mutation est généralement faible, il se situe entre 0.5% et 1%.

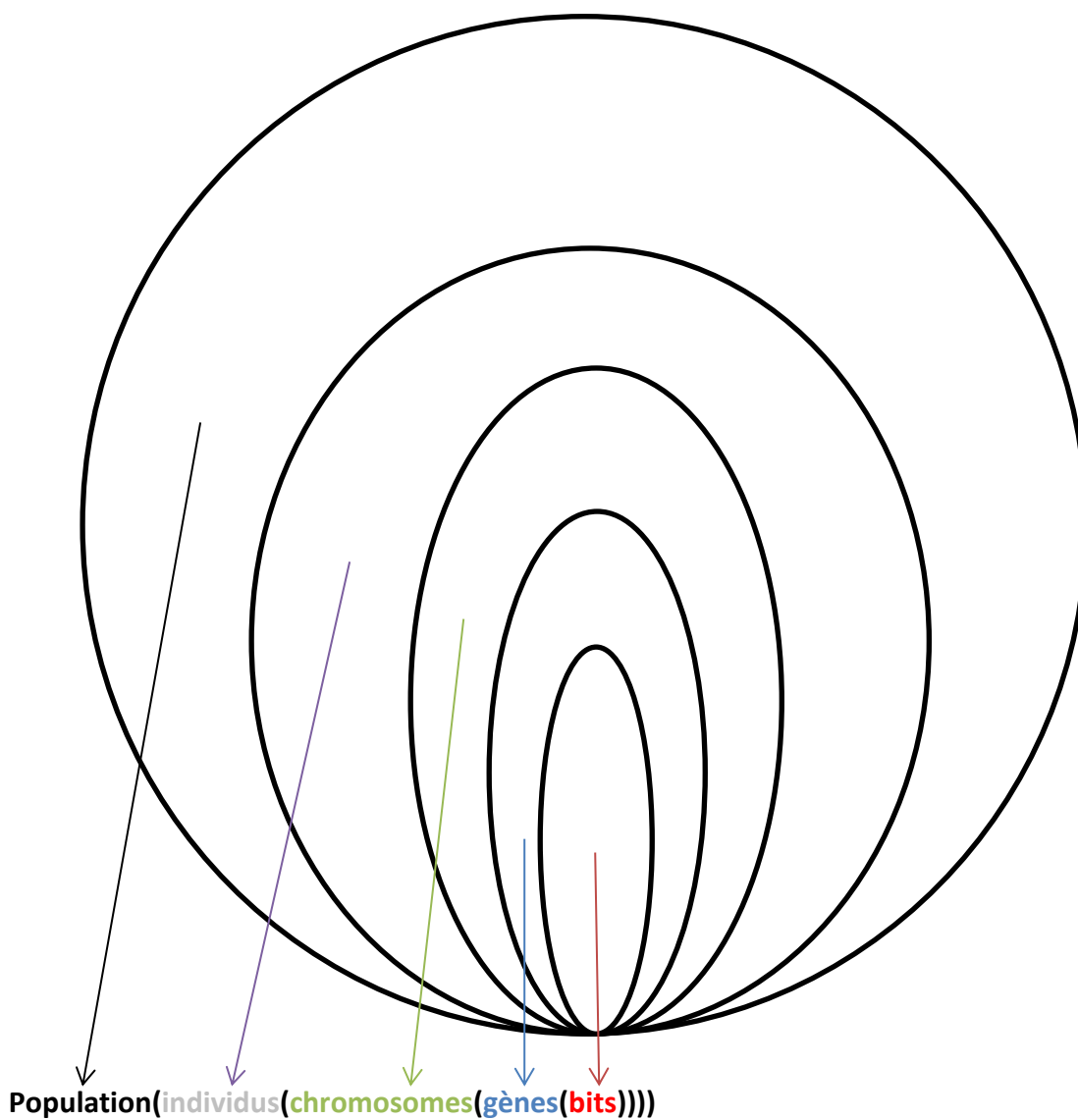
Exemple :

Le codage

Chaque paramètre d'une solution est assimilé à un gène, toutes les valeurs qu'il peut prendre sont les allèles de ce gène, on doit trouver une manière de coder chaque allèle différent de façon unique.

Un chromosome est une suite de gènes, on peut par exemple choisir de regrouper les paramètres similaires dans un même chromosome (chromosome à un seul brin) et chaque gène sera repérable par sa position : son locus sur le chromosome en question.

Chaque individu est représenté par un ensemble de chromosomes, et une population est un ensemble d'individus.



Ce sont les cinq niveaux d'organisation d'un algorithme génétique : Le niveau le plus à l'extérieur représente la **population** puis dans l'ordre vers l'intérieur les **individus**, les **chromosomes**, les **gènes** et enfin le cinquième niveau représente les **bits**.

Quelques domaines d'application

Les algorithmes génétiques peuvent être particulièrement utiles dans les domaines suivants :

- Optimisation : Optimisation des fonctions numériques difficiles, traitement des images, planification, optimisation des emplois du temps, ...
- Apprentissage : Classification, prédiction, cryptographie, robotique, ...
- Programmation automatique : Programmes LISP, automates cellulaires, ...
- Etude du vivant, du monde réel : Marchés économiques, comportements sociaux, systèmes immunitaires, ...

Conclusion

Les algorithmes génétiques fournissent des solutions aux problèmes n'ayant pas de solutions calculables en temps raisonnable de façon analytique ou algorithmique.

Selon cette méthode, des milliers de solutions (génotypes) plus ou moins bonnes sont créées au hasard puis sont soumises à un procédé d'évaluation de la pertinence de la solution mimant l'évolution des espèces les plus adaptés.

Les algorithmes génétiques ne sont pas efficaces dans la résolution d'un problème. Ils apportent cependant assez rapidement une solution acceptable.

Néanmoins, il est possible de les améliorer assez efficacement en les combinant avec des algorithmes déterministes.