

# La Programmation Génétique

BELBACHIR Assia,  
DEAU Raphaël,  
LENNE Renaud,  
SNOUSSI Jihene

## plan

- Historique
- Domaines d'applications
- Fonctionnement:
  - Initialisation
  - Évaluation
  - Sélection
  - Croisement
  - Mutation
- Exemple
- Conclusion

## Historique

- 1958 – **Friedberg** : Mutation
- 1963 – **Samuel** : « machine learning »
- 1966 – **Fogel, Owen & Walsh** : sélection, « evolutionary programming »
- 1985 – **Cramer** : Arborescence & Cross-Over
- 1986 – **Hicklin** : LISP
- 1989/1992 – **Koza** : Paradigme standard :
  - programmation structurée en expression arborescentes
  - définition d'une grammaire de langage
  - type de retour unique pour chaque fonction
  - définition des proportions de mutation et de cross-over pour chaque génération
  - ...

## Les Applications de la programmation génétique

- Les circuits électriques analogues, des contrôleurs, des antennes, des réseaux des réactions chimiques...
- Les automates cellulaires, les systèmes multi agent, systèmes parallèles, colonies de fourmi, l'intelligence d'essaim.
- Reconnaissance, classification et traitement d'images.

## Fonctionnement



## Génération de la population initiale

- étape décisive
- mauvaise initialisation => mauvais résultats
- espace de recherche infini => répartition difficile

## Algorithme d'initialisation

- limiter la profondeur de l'arbre à  $P_{max}$
- choisir une fonction  $f$  dans  $F$
- pour chaque fonction, choix de ses arguments
  - fonction dans  $F$
  - terminal dans  $T$
- pour chaque fonction restante, réitérer la boucle

## Méthodes de choix d'un argument

- croissante :
  - à chaque niveau, choix aléatoire entre  $T$  et  $F$
- complète :
  - dans  $F$  jusqu'à  $P_{max}$  puis dans  $T$
- « ramped half & half »
  - 2 individus par profondeur de 2 à  $P_{max}$
  - 1 par méthode croissante, l'autre par complète

## Fonctionnement



## Evaluation de la qualité

- valeur de « fitness » par solution
- calculée sur un certain nombre d'exemples
- très dépendante du problème
- exemples :
  - différence avec la courbe en régression
  - coût ou distance pour du pathfinding
  - ...

## Uniformisation du « fitness »

- standardisé : valeurs positives, meilleur = 0
- normalisé : similaire, mais valeurs entre 0 et 1
- ajusté : entre 0 et 1, mais meilleur score = 1

## Fonctionnement



## Définition & Principe :

La sélection permet d'identifier statistiquement les meilleurs individus d'une population et d'éliminer les mauvais.

## Conditions réunies

- Renouvellement de la population;
- Héritabilité de certains caractères;
- Variabilité de caractères;
- Interaction entre les caractères héréditaires et l'environnement.

## Les différentes sélections

- La sélection naturelle ;
- La sélection génétique ;
- La sélection assistée par marqueurs ;
- La sélection artificielle.

## Les différentes méthodes de sélection (1)

- Sélection par roulette (*Roulette Wheel Selection*) :  
Pour chaque individu, la probabilité d'être sélectionné est proportionnelle à son adaptation au problème.
- Sélection par tournoi :  
Elle consiste à sélectionner  $n$  individus au hasard et à prendre le meilleur parmi ces  $n$  individus.

## Les différentes méthodes de sélection (2)

- Sélection par rang :  
On trie tout d'abord la population à l'aide de la fonction fitness. Le meilleur individu est celui qui a le meilleur rang.
- Sélection uniforme :  
Chaque individu a une probabilité  $1/P$  d'être sélectionné, où  $P$  est le nombre total d'individus dans la population.

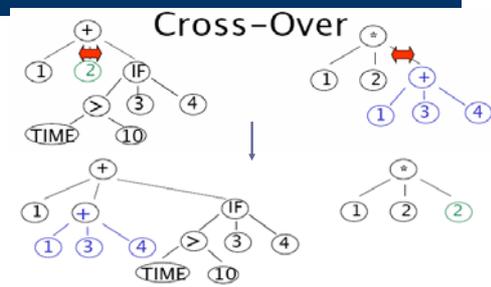
## Fonctionnement



## définition

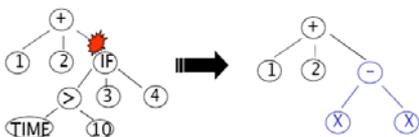
- Améliorer les performances des individus
- Différents types de croisement:
  - Copie
  - Crossover

## exemple



## Mutation

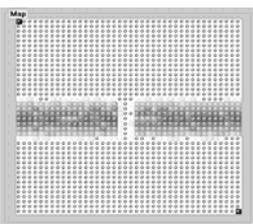
- possibilité d'explorer l'ensemble de l'espace de recherche.



## Exemple

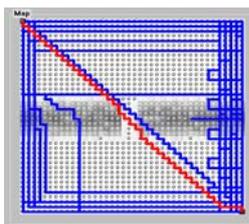
- Plusieurs possibles :
  - Pathfinding
  - Approximation de fonction
  - Intelligence d'un robot

## Exemple : Pathfinding



- Point de départ/arrivé
- Terrain
- Contraintes
- Optimisations suivant critères :
  - Le plus court
  - Le plus rapide
  - ...

## Exemple : Pathfinding



- Recherche itérative
- Pas de solution immédiate
- Dernier chemin optimal mémorisé (rouge)

**MERCI DE VOTRE ATTENTION**

Des questions??