



SORBONNE UNIVERSITÉ

2I013 : PROJET (APPLICATION)

Sujet :  
**IA Football**

*Fangzhou Ye*  
*Angelo Ortiz*

# Table des matières

Introduction	3
I Architecture logicielle	4
II Stratégies	5
III Méthodes d'optimisation	7
1 Recherche en grille	7
2 Algorithmes génétiques	7
3 Apprentissage automatique	8
Conclusion	9

# Introduction

## Présentation

Le projet a consisté en le développement d'intelligences artificielles de joueurs de football. Le simulateur du jeu étant déjà fourni, notre travail a été d'implémenter des stratégies de jeu pour mieux réussir les matches. L'objectif de ce travail a été d'apprendre à bien mener un projet collaboratif long sur un nouvel environnement de développement, à savoir Python.

## Aperçu

Voici un aperçu du jeu... ...

## Arborescence

Le projet a été organisé en un module **ia** dirigeant le comportement de nos joueurs et en divers fichiers de test.

### **ia/tools**

Ce fichier contient une classe représentant l'état du jeu qui comporte des méthodes nous facilitant l'accès aux diverses caractéristiques de cet état, ainsi que plusieurs fonctions utilitaires.

### **ia/conditions**

Comme le nom l'indique, ce fichier a été dédié aux diverses conditions qui déclenchent les différents types de comportement.

### **ia/actions**

Ce fichier comporte les actions de base que l'on peut réaliser à chaque instant du jeu.

### **ia/behaviour**

En ce qui concerne ce fichier, ici se trouvent les actions complexes, i.e. composées de plusieurs actions de base. En effet, pour une certaine phase de jeu, un joueur peut prendre différentes décisions.

### **ia/strategies**

C'est dans ce fichier que les stratégies ont été réunies. Ces stratégies dirigent le comportement des joueurs tout au long d'un match.

### **ia/gene\_optimisation**

Ce fichier contient les classes nécessaires pour la mise en œuvre d'une implémentation des algorithmes génétiques.

### **ia/gs\_optimisation**

On retrouve ici le code utilisé pour suivre la méthode de recherche en grille.

**ia/**

init ? ML\_strats ? DT\_strats ?

Il reste  
encore  
des fi-  
chiers

## Première partie

# Architecture logicielle

Dans cette première partie, on vous expliquera les choix faits concernant l'architecture logicielle.

## Deuxième partie

# Stratégies

Dans cette deuxième partie, on vous détaille le comportement de nos différents joueurs.

Compte tenu de la taille du terrain de jeu, le nombre maximum de joueurs par équipe est limité à quatre. Ainsi, il y a trois catégories de matches selon le nombre de joueurs par équipe : un, deux ou quatre.

## Un joueur

Pour l'équipe composée uniquement d'un joueur, on a développé un seul joueur que l'on appelle *Fonceur*. Au tout début du projet, il faisait tout au maximum : il doit s'approcher de la balle à toute vitesse lorsqu'il ne la contrôle pas et il frappe avec toute sa puissance dans l'autre cas. On a décidé de garder le même nom, même si son comportement diffère. En effet, à présent il avance avec la balle de petites distances et lorsqu'un adversaire lui fait opposition il essaie de le dribbler ; il frappe vers la cage adverse s'il se trouve dans la surface de réparation.

## Deux joueurs

Cette catégorie a été celle sur laquelle on a consacré la plupart du projet. On compte trois joueurs fonctionnels que l'on appelle *Attaquant*, *Gardien* et *Défenseur*.

### Attaquant

Il a une vocation plutôt offensive. Il se comporte différemment selon s'il contrôle la balle ou pas. Dans la première situation, il essaie systématiquement d'avancer sur le terrain avec la balle et de faire un tir vers la cage dès qu'il se trouve dans la surface de réparation adverse. Cependant, s'il rencontre un adversaire lui bloquant le chemin, il essaie de faire une passe vers son coéquipier s'il est sans marquage, il dribble le joueur sinon. Lorsqu'il se trouve sans le contrôle de la balle ...

### Gardien

Ce joueur se comporte exactement pareil que l'attaquant lorsqu'il s'agit d'attaquer. En revanche, en situation défensive, il reste à une distance de sa cage lorsque l'équipe adverse contrôle la balle et essaie d'intercepter la balle lorsque le porteur du ballon se trouve dans sa surface de réparation. S'il voit que son coéquipier va bientôt contrôler la balle ou il en a déjà le contrôle, il monte dans le terrain pour lui proposer une possibilité de passe.

### Défenseur

Le défenseur n'a par contre qu'une vocation défensive. En effet, s'il a la balle, il s'en défait le plus rapidement possible soit à l'aide d'une passe vers son coéquipier si démarqué, soit via un dégagement le moins risqué possible. Quant à son effort défensif, il demeure à une certaine distance radial à partir de sa cage et s'approche de la balle en vu d'une interception s'il en suffisamment proche.

## Quatre joueurs

Il s'agit de la catégorie que l'on a trouvée la plus intéressante en raison de la difficulté de la gestion des espaces et la répartition des fonctions. Tout comme pour la catégorie précédente, on compte trois joueurs fonctionnels que l'on repère d'ailleurs par les mêmes noms.

### Attaquant

Il y a deux différences en son comportement par rapport à son pair de la catégorie ci-dessus et celles-ci concernent toutes les deux la situation où il se trouve dans sa surface de réparation. La première fait référence à la récupération de la balle : il ne se précipite plus et se comporte tel qu'il le fait dans le milieu du terrain. La deuxième correspond à l'effort de marquer les adversaires sans marquage.

### Gardien

Ce joueur se comporte exactement pareil que l'attaquant lorsqu'il s'agit d'attaquer. En revanche, en situation défensive, il reste à une distance de sa cage lorsque l'équipe adverse contrôle la balle et essaie d'intercepter la balle lorsque le porteur du ballon se trouve dans sa surface de réparation. S'il voit que son coéquipier va bientôt contrôler la balle ou il en a déjà le contrôle, il monte dans le terrain pour lui proposer une possibilité de passe.

Apparemment c'est le même gardien qu'en 2v2

### Défenseur

Le défenseur n'a par contre qu'une vocation défensive. En effet, s'il a la balle, il s'en défait le plus rapidement possible soit à l'aide d'une passe vers son coéquipier si démarqué, soit via un dégagement le moins risqué possible. Quant à son effort défensif, il demeure à une certaine distance radial à partir de sa cage et s'approche de la balle en vue d'une interception s'il en suffisamment proche.

plus d'interception s'il y a un coéquipier plus proche de la balle que lui (sans la balle) (quid de la sit ou il la controle ?)

## Troisième partie

# Méthodes d'optimisation

Dans cette troisième partie, on vous détaille les différents algorithmes appris tout au long du semestre pour l'amélioration des stratégies initialement proposées.

## 1 Recherche en grille

La première méthode d'optimisation présentée en cours a été la recherche en grille. Celle-ci est utilisée pour l'optimisation d'une action.

Tout d'abord, on doit définir l'action à optimiser et le critère d'optimalité, et repérer les paramètres associés. Puis on obtient un ensemble de valeurs pour chaque paramètre. Pour les paramètres discrets, il suffit de prendre toutes les valeurs possibles, alors que pour les paramètres continus il faudra faire en amont une discrétisation, i.e. on divise l'intervalle délimité par des bornes définies selon un pas de précision. On compte ainsi des vecteurs dont les coordonnées correspondent chacune à un paramètre. On fait ensuite une recherche exhaustive sur tous les vecteurs obtenus : on teste chaque vecteur sous différentes conditions environnementales et on moyenne les évaluations du critère dans lesdites conditions. Finalement, on prend la valeur optimale et son vecteur associé.

Il est important de remarquer que la plupart de nos paramètres sont continus. Pour obtenir des valeurs plus précises et un meilleur comportement, on a besoin d'un pas de discrétisation très petit. Ainsi, on réalise qu'une augmentation du nombre de paramètres à optimiser a une très forte influence sur le temps d'exécution de l'algorithme mis en place. On en déduit que le minuscule gain relatif nombre de paramètres-temps d'exécution ne convient pas au moyen terme.

## 2 Algorithmes génétiques

Dans un deuxième temps, on est passés aux algorithmes génétiques. On en a mis en place une implémentation pour optimiser les équipes composées d'un ou deux joueurs.

Cette classe d'algorithmes se base sur la théorie de l'évolution. En effet, la notion de sélection naturelle est le mécanisme permettant de choisir des solutions potentielles de plus en plus meilleures.

La toute première chose à faire est la définition de la fonction  $f(x) : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{E}$  à optimiser, où  $n$  est le nombre de paramètres concernés. Un élément  $x = (x_1, \dots, x_n) \in \mathbb{R}^n$  est appelé *candidat* ou *chromosome*, et chacune de ses coordonnées  $x_i$  avec  $i = 1, \dots, n$ , appelée *propriété* ou encore *gène*, correspond à un paramètre à optimiser. Elles forment le *génotype*. Autrement dit, un candidat correspond à une équipe définie par les valeurs de ses propriétés.

Dans le cadre du projet, on a défini  $f(x) = (V, N, D, P, C)$  comme le bilan après avoir disputé plusieurs matches avec les mêmes valeurs des paramètres données par  $x$ , i.e. le tuple composé du nombre de victoires, matches nuls, défaites, buts marqués et buts encaissés. La relation d'ordre suit les règles du classement d'un tournoi de football.

Cette classe d'algorithmes comportent quatre étapes.

1. Initialisation : Tout d'abord, il faut générer un ensemble de candidats  $\{x_1, \dots, x_m\}$ . Le but est d'obtenir une population initiale la plus diverse possible de sorte à pouvoir atteindre le plus de maxima relatifs. C'est pourquoi cette première génération est obtenue de manière aléatoire.



2. Évaluation : Ensuite, on évalue la fonction en chacun des candidats, i.e. on calcule  $\{f(x_1), \dots, f(x_m)\}$ .
3. Sélection : Suivant la notion de sélection naturelle, on ne conserve que les candidats avec les meilleurs résultats. Autrement dit, on dresse un classement des équipes associées aux candidats et n'en garde qu'une partie.
4. Reproduction : Finalement, on attribue les places libres aux candidats nés du brassage génétique des candidats les plus performants. Pour ce faire, on compte sur deux méthodes, à savoir le croisement et la mutation. Étant donné deux parents, on commence par les cloner en deux enfants. Puis on choisit une ligne de coupe divisant le génotype en deux parties. Ensuite, les enfants s'échangent une partie de leur génotype. Le croisement s'arrête à ce stade-là, tandis que la mutation ajoute du bruit aléatoirement dans un gène pour chacun des nouveaux chromosomes. On a décidé de faire une petite modification à cette étape-là lors de l'implémentation pour avoir plus de diversification : une minorité des places libres est attribuée à des candidats générés aléatoirement.

Cet algorithme étant itératif, on recommence à la deuxième phase avec la nouvelle génération. Au bout d'un nombre raisonnable d'itérations, on se retrouve avec une génération composée de chromosomes très proches des maxima relatifs. On finit donc l'algorithme par prendre le candidat optimal de la dernière population.

### 3 Apprentissage automatique

Dans la dernière partie du semestre, on s'est concentré sur l'apprentissage automatique. On nous a présenté les deux grandes familles d'algorithmes d'apprentissage : supervisés et non supervisés, ainsi que l'apprentissage par renforcement. Deux méthodes ont été implémentées lors du projet.

#### Arbres de décision

Il s'agit d'une technique d'apprentissage supervisé.

#### Q-learning

C'est un algorithme d'apprentissage par renforcement.

# Conclusion

...