

Cahier des charges PROJET ANDROIDE

Linjie, Rim, Atena

March 2025

1 Introduction

Dans le cadre de ce projet, nous nous intéressons à la conception d'une intelligence artificielle (IA) pour le jeu de société *Schotten Totten*. Il s'agit d'un jeu de cartes au tour par tour qui oppose deux joueurs. L'objectif du jeu est de conquérir un maximum de territoires en réalisant des combinaisons de 3 cartes, similaires à celles du Poker. Durant chaque tour, un joueur devra poser une carte sur un territoire dans l'objectif de revendiquer cette borne. Le joueur qui, à la fin de la partie, remporte la majorité des territoires est déclaré vainqueur.

2 Objectifs du projet

- Implémentation d'une interface graphique
- Implémentation des règles de revendication d'un territoire
- Développement d'une IA compétitive avec au moins deux approches différentes

2.1 Interface graphique

L'interface visera à :

- Fournir une représentation fidèle des règles du jeu.
- Permettre une intercation intuitive humain-machine.
- Visualiser les choix de l'IA à chaque tour.

Pour mettre en place cela, nous utilisons Le langage de programmation Python avec sa bibliothèque PyGame. Nous pourrons éventuellement ajouter des fonctionnalités d'analyse du jeu à l'interface au fur et à mesure de l'avancement du projet.

2.2 Revendication d'un territoire

Dans le jeu, pour revendiquer un territoire, les deux joueurs doivent s'affronter en posant une combinaison de trois cartes. Cependant, dans certains cas, un joueur peut revendiquer un territoire même si son adversaire n'a pas encore posé trois cartes. Cela s'explique par le fait que, au fil de la partie, chaque joueur peut observer les cartes déjà jouées et en déduire que, quelles que soient les cartes restantes et les combinaisons possibles, son adversaire sera dans l'incapacité de remporter le territoire.

Ainsi, si pour toutes les combinaisons possibles restantes, l'adversaire ne peut pas former une main plus forte, alors le joueur ayant posé trois cartes peut immédiatement revendiquer la borne.

Pour déterminer si un territoire est revendicable :

- Si les deux joueurs ont posé trois cartes, il suffit de comparer directement les combinaisons pour identifier la plus forte. En cas de même combinaison, celle dont la somme est la plus élevée l'emporte.
- Si seul l'un des joueurs a posé trois cartes, il faut alors examiner toutes les combinaisons possibles que l'adversaire pourrait former avec les cartes restantes. La meilleure combinaison possible de l'adversaire est ensuite comparée à celle du joueur ayant déjà posé trois cartes.

Afin d'optimiser cette vérification, il est préférable d'examiner les combinaisons dans un ordre décroissant de puissance. Ainsi, dès que l'on trouve la meilleure combinaison réalisable par l'adversaire, il devient inutile d'examiner les autres, car elles seront nécessairement plus faibles. Il n'est donc pas nécessaire de vérifier leur faisabilité, car elles n'apporteraient aucune information supplémentaire sur la possibilité de revendiquer le territoire.

2.3 Développement de l'IA

Ce qui rend la conception d'une IA particulièrement intéressante dans ce contexte est l'incertitude introduite par le jeu. Contrairement à des jeux comme les échecs, les dames ou le go, où tous les coups et états de jeu sont entièrement déterministes, *Schotten Totten* intègre une part d'aléatoire due au mélange des cartes. Chaque état du jeu est ainsi influencé par cette variabilité, ce qui crée une incertitude sur les coups futurs : il est impossible de prédire avec certitude quelles cartes un joueur pourra piocher au fil de la partie. Nous envisageons donc 2 stratégies afin d'élaborer une IA la plus efficace possible :

- **Approche basée sur une IA existante** : cette méthode s'inspire d'algorithmes de jeu classiques, en adaptant des stratégies déjà éprouvées.
- **Approche par Monte Carlo Tree Search (MCTS)** : cette approche explore intelligemment les coups possibles en simulant plusieurs parties afin d'évaluer les meilleures décisions à prendre.

Nous détaillons ici les deux approches envisagées :

2.4 Approche basée sur une IA existante

Dans cette approche, nous nous inspirons d'une IA déjà existante, nommée **Deep Barca**. La stratégie de l'agent repose principalement sur l'évaluation d'un état du jeu. Pour commencer, nous considérons d'abord une méthode naïve par relaxation des contraintes. En effet, pour gagner une partie, il faut revendiquer une majorité de territoires, soit cinq territoires, ou bien remporter trois territoires adjacents. Dans un premier temps, nous négligeons cette seconde règle, car elle impose des contraintes de probabilités conditionnelles.

Ainsi, pour évaluer l'état du jeu, nous calculerons la probabilité de gagner chaque territoire indépendamment des autres. La probabilité de gagner la partie correspond alors à l'espérance sur tous les territoires.

Pour implémenter cette méthode, nous devons d'abord trouver un moyen de calculer la probabilité de gagner un territoire. Pour cela, nous utiliserons une approche **MFA** (**Multiple Formation Approach**), qui, pour un territoire donné, examine les meilleures formations possibles pour chaque joueur. La probabilité de remporter un territoire avec une formation donnée est alors égale au produit de la probabilité d'obtenir cette formation et de la probabilité de gagner avec celle-ci. Ensuite, nous effectuons la somme des probabilités sur toutes les formations possibles.

L'objectif sera alors de pouvoir énumérer de manière efficace, les k meilleurs combinaisons possibles d'un joueur étant donné des contraintes liées au jeu. Pour cela il faudra être capable de pouvoir énumérer efficacement les k meilleurs combinaisons, puis pour chaque carte des combinaisons calculer la probabilité de l'obtenir.

Ainsi une fois cette étape réalisée, l'IA jouera la carte sur le territoire qui permet de maximiser sa probabilité de victoire.

2.5 Approche par Monte Carlo Tree Search (MCTS)

Monte Carlo Tree Search est une technique largement utilisée dans les jeux de stratégie. Elle consiste à simuler de nombreuses parties à partir d'un état donné, en évaluant les coups potentiels à l'aide de simulations aléatoires.

2.5.1 Adaptation à Schotten Totten

Dans le contexte de *Schotten Totten*, plusieurs défis spécifiques se posent :

- **Information partielle** : Les cartes de l'adversaire et la pioche sont inconnues. Pour gérer cela, les simulations devront estimer les distributions probabilistes des cartes restantes. Par exemple, lors de la simula-

tion d'un coup, l'IA supposera que les cartes non observées sont réparties aléatoirement entre l'adversaire et la pioche.

- **Complexité des combinaisons** : La vérification de la revendication d'un territoire nécessite une évaluation rapide des meilleures mains possibles. Pour accélérer les simulations, une prédiction des combinaisons adverses sera précalculée à l'aide de tables de hachage ou de modèles simplifiés.

Dans un premier temps, nous expérimenterons une version simplifiée de la méthode Monte Carlo Tree Search (MCTS). À partir d'un état de jeu donné, après avoir joué une carte, nous effectuerons plusieurs simulations de parties aléatoires. Le coup retenu sera celui qui présente la plus grande probabilité de mener à la victoire. Par ailleurs, si un coup permet une victoire directe, on aimerait aussi le jouer directement, plutôt que de lancer plusieurs simulations coûteuses.

Ensuite, pour éviter des simulations purement aléatoires (trop coûteuses), des règles heuristiques seront intégrées. Par exemple, privilégier la pose de cartes sur les territoires disputés ou bloquer les combinaisons adverses potentielles.

On pourrait également envisager l'utilisation de la mémorisation en stockant les résultats des simulations pour des états récurrents.

3 Autres explorations

Une approche approfondie, serait la possibilité de régler la difficulté de l'IA, pouvoir faire une IA de plusieurs niveaux, débutant, confirmé et expert. Cela pourrait se traduire par :

- **Niveau débutant** : On pourrait limiter la profondeur de l'arbre MCTS, réduire le nombre de simulations ou simplement jouer de manière aléatoire.
- **Niveau confirmé** : Activer l'évaluation MFA avec un nombre modéré de simulations MCTS.
- **Niveau expert** : Utiliser un très bon MCTS (des milliers de simulations) avec des heuristiques avancées et une gestion optimisée de la mémoire.

4 Conclusion et perspectives

Ce projet vise à explorer deux approches complémentaires pour développer une IA compétitive dans *Schotten Totten*. L'approche probabiliste (MFA) offre une évaluation rapide des territoires, tandis que le MCTS permet une exploration approfondie des séquences de coups. La combinaison de ces méthodes pourrait aboutir à un agent capable de s'adapter dynamiquement aux configurations du jeu. Les défis principaux résideront dans :

- La gestion efficace de l'information partielle lors des simulations.
- L'optimisation des calculs pour rendre l'IA réactive malgré la complexité des combinaisons.
- L'équilibrage entre précision des heuristiques et temps de calcul.