

Rapport détaillé – Intelligence Artificielle pour le jeu d'Awalé

1. Introduction

Ce projet a pour objectif la conception et l'implémentation d'une intelligence artificielle performante pour le jeu d'Awalé. L'IA développée repose sur des algorithmes de recherche adversariale avancés, combinés à des fonctions d'évaluation heuristiques complexes. L'accent est mis sur la qualité de la prise de décision, l'optimisation du temps de calcul et l'adaptation stratégique selon les phases de la partie.

2. Architecture générale de l'IA

L'architecture de l'IA est structurée autour de plusieurs composants majeurs : un moteur de jeu assurant la gestion du plateau et des règles, un algorithme de décision basé sur Minimax avec élagage Alpha-Bêta, ainsi qu'un ensemble d'optimisations visant à maximiser la profondeur de recherche dans un temps limité. Les fonctions d'évaluation constituent le cœur stratégique du système.

3. Algorithmes de recherche et optimisations

L'IA utilise l'algorithme Minimax avec élagage Alpha-Bêta, permettant de modéliser le jeu comme une confrontation entre deux joueurs rationnels. Afin d'augmenter l'efficacité de la recherche, plusieurs techniques ont été intégrées : approfondissement itératif pour le contrôle du temps, aspiration windows pour réduire la fenêtre de recherche, table de transposition via le Zobrist hashing, killer moves et tri des coups pour améliorer l'ordre d'exploration.

4. Fonction evaluer_plateau_avance – IA Classique

Étape 1 : Collecte des données

Un parcours exhaustif du plateau est réalisé afin de collecter l'ensemble des informations nécessaires : graines du joueur et de l'adversaire, mobilité, cases capturables, cases critiques, cases vides et graines transparentes.

Étape 2 : Calcul de la phase de jeu

La phase de la partie est calculée sous la forme d'un coefficient normalisé dans l'intervalle $[0 ; 1]$, à l'aide d'une formule quadratique basée sur le nombre total de graines restantes.

Étape 3 : Détection des patterns stratégiques

La fonction détecte les situations critiques telles que les menaces de famine et les cases

vulnérables (0–1 graine), pouvant avoir un impact décisif sur l'issue de la partie.

Étape 4 : Calcul du score pondéré

Les différents critères sont combinés à l'aide de pondérations dynamiques dépendantes de la phase de jeu. La mobilité est privilégiée en début de partie, tandis que les ressources et les captures prennent une importance croissante en fin de partie.

Étape 5 : Normalisation

Le score obtenu est normalisé dans l'intervalle [1 ; 1000] afin de garantir la stabilité des comparaisons entre positions.

5. Fonction evaluer_plateau_famine_avance – IA Famine

Étape 1 : Vérification de fin de partie

La fonction commence par tester les conditions de victoire ou de défaite certaine, retournant immédiatement un score extrême lorsque cela est applicable.

Étape 2 : Collecte orientée famine

Les indicateurs collectés sont principalement axés sur la famine : nombre de cases vides adverses, cases à une graine, et mobilité restante de l'adversaire.

Étape 3 : Noyau famine

Deux critères dominants sont toujours actifs : les cases vides adverses et les cases à une graine, fortement pondérés.

Étape 4 : Pondération adaptative

Les pondérations évoluent selon la phase de jeu afin de maintenir une pression constante tout au long de la partie.

Étape 5 : Bonus conditionnels

Des bonus dynamiques sont appliqués lorsque l'adversaire atteint des seuils critiques (faible nombre de graines, mobilité réduite, grand nombre de cases vides).

Étape 6 : Mode agressif

Lorsque l'IA possède un avantage net, elle bascule vers un mode plus agressif afin de conclure rapidement la partie.

6. Comparaison des stratégies

L'IA Classique adopte un style équilibré et agressif, efficace dans les parties courtes et face à des adversaires directs. À l'inverse, l'IA Famine excelle dans les parties longues, où la pression progressive et la réduction de la mobilité adverse deviennent déterminantes.

7. Conclusion

Ce projet démontre l'importance centrale des fonctions d'évaluation dans la performance d'une intelligence artificielle pour un jeu stratégique comme l'Awalé. La combinaison d'algorithmes de recherche avancés et d'heuristiques adaptées permet à l'IA de produire un jeu cohérent, robuste et compétitif.