



TP 4 : Simulation d'un Système Multi-Agents pour la Gestion de la Pollution dans un Environnement Matriciel

Objectifs du TP : Le but de ce TP est de concevoir et de mettre en œuvre un système multi-agents où trois agents (un agent pollueur, un agent observateur utilisant le Q-Learning, et un agent nettoyeur) collaborent dans un environnement propre initial pour gérer des événements de pollution. Les étudiants appliqueront des concepts d'intelligence artificielle distribuée et de communication inter-agents pour simuler une intervention efficace et coordonnée dans cet environnement.

Description :

Environnement :

- Une grille de taille 10x10 qui représente l'environnement, initialement propre.
- Chaque case peut être propre (0) ou polluée (1).

Agents :

- **Agent Pollueur :** Chargé de polluer 10 cases choisies aléatoirement dans la grille. Après avoir pollué, cet agent envoie un message à l'agent observateur indiquant que la pollution a été mise à jour.
- **Agent Observateur :** Emploie le Q-Learning pour déterminer le chemin optimal permettant de nettoyer efficacement toutes les cases polluées.
- **Agent Nettoyeur :** Suit le chemin déterminé par l'observateur pour nettoyer les cases polluées.

Communication entre Agents :

- Après avoir pollué les cases, l'**agent pollueur** envoie un message à l'**agent observateur** pour l'informer des cases nouvellement polluées.
- L'**agent observateur**, après avoir reçu le message et calculé le chemin optimal, communique ce chemin à l'**agent nettoyeur**.

Implémentation :

- **Utilisation du framework SPADE :** Ce framework est utilisé pour la création et la gestion des agents dans le système multi-agents. SPADE facilite la programmation des comportements des agents, leur cycle de vie, et la gestion de leurs communications.
- **Communication entre les agents :** Les agents communiquent entre eux en utilisant le format ACL (Agent Communication Language), qui permet de formuler des messages

structurés avec des performatives qui déterminent la nature de l'interaction (comme "inform" pour informer d'une action réalisée).

- **Visualisation avec Matplotlib** : Matplotlib est utilisé pour visualiser les états de l'environnement avant et après les actions des agents. Après chaque action de l'agent pollueur ou nettoyeur, la grille est mise à jour et affichée avec Matplotlib pour montrer les cases polluées et les cases nettoyées. Cette visualisation aide à suivre visuellement l'efficacité des stratégies de nettoyage et l'impact des actions de pollution.
 - **Affichage de la grille** : La fonction `imshow()` de Matplotlib est utilisée pour créer une image de la grille où les cases polluées peuvent être distinguées par une couleur différente, typiquement rouge pour les polluées et vert pour les propres. Les mouvements du nettoyeur peuvent être indiqués par un point ou une trajectoire sur la grille, changeant de position à chaque action de nettoyage.

Cette intégration de visualisation en temps réel permet non seulement de comprendre les dynamiques du système multi-agents mais aussi d'évaluer visuellement les résultats des algorithmes implémentés, comme le Q-learning pour l'optimisation des parcours du nettoyeur.

Instructions Détaillées :

1. **Initialisation de l'environnement** :
 - Créer une matrice 10x10 représentant l'environnement, initialement en état propre.
2. **Implémentation des Agents** :
 - **Agent Pollueur** : Programmer cet agent pour qu'il pollue 10 cases aléatoires de la matrice, puis envoie une notification à l'agent observateur.
 - **Agent Observateur** : Mettre en place l'algorithme de Q-Learning pour identifier le chemin le plus efficace pour le nettoyage.
 - **Agent Nettoyeur** : Écrire le code permettant à cet agent de suivre le chemin reçu et de nettoyer les cases polluées.
3. **Communication entre Agents** :
 - Configurer les agents pour envoyer et recevoir des messages ACL, en incluant les informations nécessaires sur les actions entreprises.
4. **Exécution et Observation** :
 - Démarrer la simulation et observer en temps réel le comportement des agents. Afficher la grille après chaque action majeure pour visualiser les changements.

Ressources Nécessaires :

- Documentation et exemples du framework SPADE.
- Supports sur le Q-Learning et les systèmes multi-agents.

Résultats Attendus du TP : Les étudiants auront mis en place un système multi-agents sophistiqué qui utilise des techniques avancées d'intelligence artificielle pour gérer et coordonner des interventions environnementales, offrant une expérience pratique précieuse dans la résolution de problèmes réels par la simulation.