

SIMULATIONS PAR SYSTÈMES MULTI-AGENTS

Projet 3 : Simulation de feux de forêts

Mots-clé : Environnement, modélisation de systèmes complexes.

Les systèmes multi-agents

Un *système multi-agents* (SMA) est constitué de plusieurs « agents », comme son nom l'indique, qui coopèrent en suivant des comportements bien définis pour former un système, lequel a lui-même un comportement global qui *émerge* du comportement individuel de chaque agent. En informatique, un *agent* est « une entité calculatoire », c'est-à-dire un processus, donc un petit programme, qui reçoit de l'information de son « environnement » et peut agir (de façon autonome) sur cet environnement. L'*environnement* d'un agent est généralement constitué lui-même d'autres agents aptes à communiquer avec lui, de « ressources » communes aux agents (l'espace disponible, des données modélisant par exemple de la nourriture, etc.), ou de données éventuellement dépendantes du temps. L'autonomie d'un agent se traduit par un comportement dépendant de son expérience. Le point central des SMA reste la coordination entre les agents qui participe lourdement au comportement global du système.

Première partie du projet :

1. Rechercher de la documentation sur les SMA et comprendre leur fonctionnement (exemple de langage pour programmer des SMA : NETLOGO).
2. Se faire plus généralement une idée des théories de modélisation les plus courantes en biologie des systèmes (par exemple équations différentielles, automates cellulaires, réseaux de régulations biologiques).
3. Les informations collectées dans cette première partie serviront à écrire l'*état de l'art* du rapport final en modélisation/simulation par SMA pour la biologie.

La propagation des feux de forêts

Modéliser pour comprendre et prévoir le comportement d'un feu de forêt est naturellement un sujet de recherche majeur. Savoir quelles conformations de forêts sont les moins propices à la propagation du feu, quelles actions des pompiers sont les plus efficaces, dans quelles conditions le danger est le plus grand... constitue un enjeu énorme, en terme d'arbres épargnés, de constructions protégées, d'espèces sauvegardées, de vies humaines sauvées, etc.

Il s'agit ici de mettre en place une modélisation qui prenne en compte les éléments les plus simples de la propagation des feux de forêts, par exemple :

- le rayonnement infrarouge dont la puissance dépend principalement de la température et de la distance,
- la convection thermique par exemple par l'échauffement de l'air, qui se déplace des parties chaudes vers les parties plus froides
- la création de nouveaux foyer distants par projections d'objets enflammés, (par une explosion ou emportés par le vent),

ainsi que les éléments liés à la nature de la forêt, par exemple :

- la sécheresse du sol,

- la présence de broussailles qui favorisent la propagation au niveau du sol,
- la proximité des cimes des arbres qui favorise la propagation haute,
- l'existence de barrières, naturelles (rivières. . .) ou non (autoroutes. . .).

Sur un terrain plat et avec une végétation homogène, le feu se propage en forme d'ellipse, dans l'axe du vent.

Deuxième partie du projet :

1. Se documenter sur les phénomènes principaux qui régissent la propagation des feux de forêts.
2. Cela constituera la *description du problème abordé* dans le rapport final.

Avec l'aide des enseignants on choisira un environnement et un langage de programmation multi-agents possédant des capacités de visualisation permettant d'observer aisément les simulations.

Troisième, et principale, partie du projet :

1. Concevoir la structure du SMA qui permettra de modéliser au mieux les éléments mis en jeu dans la simulation d'un feu de forêt.
2. Faire les premières simulations et étudier les comportements observés en moyenne, en premier lieu pour obtenir une simulation crédible dans les cas simples (forêt homogène et vent constant) puis les cas plus structurés (« patches » forestiers de natures différentes, existence de barrières, etc).
3. La valeur des différents paramètres (puissance du rayonnement, de la convection, distance et probabilité des projections, impact du pourcentage d'eau dans le sol, etc) joue un rôle majeur dans des comportements simulés : comprendre et ajuster le modèle pour obtenir des simulations crédibles.
4. Tenter de corroborer par vos simulations les recommandations connues pour limiter la propagation des feux de forêts.