

Le modèle ABM dans la modélisation d'une ville

GAUTHIER Silvère – LAMEIRA Yannick

Problématique → yannick

Dans le monde d'aujourd'hui, les villes sont en expansion permanente, ce qui pose problème lors de la modélisation de celles-ci. En effet, les modèles doivent pouvoir s'adapter aux nouvelles conditions (dimensions, configurations...). Il sera donc intéressant de voir comment un système multi-agent peut permettre une adaptation à ces modifications de l'environnement.

Différentes approches

La modélisation sans multi-agents → silvère

- Vue globale / omnisciente du « monde »
- Déterministe : les interactions entre les éléments sont décidées à l'avance
- Aucune évolution car un scénario unique
- Possibilités limitées

La modélisation avec multi-agents → yannick

- Vue locale
- Indéterministe : les interactions sont décidées par les agents
- Evolution constante car chaque lancement donne naissance à un nouveau scénario
- Possibilités presque illimitées

Dans la réalité → silvère

On ne peut pas tout prévoir car on ne peut maîtriser le comportement de chaque individu, ce qui est assez proche du modèle ABM où chaque agent a un pouvoir de décision. La réalité est quand même relativement plus complexe qu'un modèle multi-agents, cela dû à la complexité encore trop peu connue du cerveau humain et de la diversité d'interactions possible entre les êtres humains.

Techniques existantes

Processus spatiaux → silvère

Théorie des graphes

Un graphe est une représentation composée de nœuds et d'arêtes, orientées ou non. Un nœud peut représenter plus ou moins n'importe quel objet ou ensemble d'objets, tandis que les arêtes définissent les relations entre les nœuds.

→ Extrait CRP.mp4

La théorie des graphes peut alors être adaptée à tout type de problème topographique en ce qui concerne la modélisation d'une ville, comme ici les réseaux d'écoulement des eaux mais également les dispositions des bâtiments, les réseaux de transports, etc.

Géométrie fractale

Une figure fractale est une courbe ou une surface créée par un ensemble de règles impliquant une homothétie interne. Au bout d'un certain nombre de récursions, cette figure ne change plus, c'est-à-dire que l'on a atteint la figure fractale « à l'infini ».

→ Extrait Fractal.mp4

On peut remarquer dans cette vidéo des fractales ressemblant fortement à des bâtiments ou encore à de la végétation, ce qui peut être très pratique pour une génération automatique d'un paysage ou d'une ville, dès lors que l'on est capable d'extraire ces formes et les adapter à notre modèle.

Modèles d'interactions spatiales

Les différents sens d'interaction spatiale :

- Interaction spatiale et modèle gravitaire : phénomène de décroissance des flux avec la distance
- Modèles d'interaction et modèles de position : décrivent non pas les relations entre deux lieux mais la position relative d'un lieu par rapport aux autres
- Interaction spatiale et interaction territoriale : forme particulière de l'interaction spatiale définie plus généralement comme le fait que deux lieux spatialement proches ont en moyenne plus de relation que deux lieux spatialement éloignés
- Interaction spatiale et relation spatiale : existence de relations causales dans l'espace et de processus de diffusion spatiale
- Interaction spatiale et relation sociale : double hypothèse de pertinence des agrégats sociaux et économiques

constitués et d'existence d'un comportement moyen permettant de résumer celui des individus qui composent ces agrégats

...

Processus de décision → yannick

Approche probabiliste

Par définition une méthode probabiliste est une méthode non constructive qui démontre l'existence d'un type donné d'objet. Son principe est de montrer que lorsqu'on choisit au hasard des objets d'une catégorie, la probabilité d'obtention d'un résultat d'un certain type est plus forte que d'obtenir 0. La conclusion finale est déterminée de façon certaine.

Maintenant, si on applique cette méthode à un SMA, elle permet à l'individu de faire un choix K et ainsi de formaliser le processus de décision individuelle. Ce choix K doit se faire à un temps $t+\Delta t$. Cette méthode permet donc de différencier les individus qui évaluent les choix possibles de manière indépendante et non influencée, cela revient donc à dire qu'ils ont des comportements différents.

Théorie des sous-ensembles flous

Aujourd'hui, les incertitudes sont présentes dans la vie des humains. Elles servent à déterminer l'âge des humains par exemple. La théorie des sous-ensembles permet de résoudre cela. En effet, elle a pour but de permettre des gradations dans l'appartenance d'un élément à une classe, c'est-à-dire autoriser un élément à appartenir plus ou moins à une classe prédéfinie.

Définition d'un sous ensemble flou : Étant donné un ensemble de référence X, on peut indiquer les éléments de X qui appartiennent à une certaine classe de X et ceux qui n'y appartiennent pas. Cette classe est alors un sous-ensemble de X. Si l'appartenance de certains éléments de X à une classe n'est pas absolue, on peut indiquer avec quel degré chaque élément appartient à cette classe. Celle-ci est alors un sous-ensemble flou de X [Bouchon, 1995].

En gros : Soit X un ensemble. Un **sous-ensemble flou** A de X est **caractérisé** par une **fonction d'appartenance** $f_A: X \rightarrow [0,1]$. Cette notation veut simplement dire que quelle que soit l'entrée X donnée à la fonction f_A , sa sortie est un réel entre 0 et 1.

Dans un SMA nous avons besoin d'agents dotés d'intelligence et ayant la capacité de prendre des décisions les plus proches possibles de celles prises par les humains. Pour arriver à un modèle d'agent le plus proche de l'humain, la logique floue est un bon moyen puisque celle-ci prend en compte la précision et l'incertitude de l'information. On utilise cette logique floue dans le système multi-agents car elle permet l'analyse, la conception et la réalisation de systèmes.

Même si les SMA sont utilisés dans la plupart des domaines où la mise au point de ces systèmes pose problème, il est possible d'avoir des applications résolvant des problèmes réels dans des domaines variés.

Notion d'utilité

La notion d'utilité se rapproche fortement de la notion de théorie des jeux. La théorie des jeux est utilisée pour prendre des décisions dans un environnement incertain. L'objectif est alors de comprendre les alternatives qui apparaissent quand les résultats d'un acteur dépendent des décisions des autres. Chaque "joueur" prend alors sa décision en fonction des possibles comportements à venir des autres.

À la différence de la théorie des jeux on aura donc les agents qui seront supposés être rationnels et cherchant à maximiser le critère que l'on appellera utilité.

→ appliquer un exemple informatique

...

Conclusion → silvère

Même avec un manque de précision quasiment inévitable dans un modèle, l'approche multi-agents permet de se rapprocher grandement de la réalité dans le cas de l'animation d'une ville.

Bibliographie

[Art-mobilites-ville-et-transports \(univ-fcomte.fr\)](http://art-mobilites-ville-et-transports.univ-fcomte.fr)

[CRP : Une ville résiliente aux inondations \(youtube\)](#)

[Universo Fractal \(youtube\)](#)

[Interaction spatiale \(univ-paris-diderot.fr\)](http://interaction-spatiale.univ-paris-diderot.fr)