

Co-évolution du réseau viaire et du bâti d'une ville

Merwan Achibet

Résumé

1 Introduction

2 État de l'art

La modélisation de systèmes complexes est longtemps uniquement passée par l'usage de méthodes mathématiques, typiquement des systèmes d'équations différentielles. Ces techniques permettent de décrire des lois d'évolution et d'observer, ainsi que de prédire par extrapolation, le comportement de phénomènes du réel. Cette approche peut se révéler délicate dans le cas de systèmes prenant en compte un vaste jeu de paramètres. Plus intrinsèquement, même si une telle modélisation est basée sur des observations ancrées dans la réalité, il s'agit d'une représentation conceptuelle d'un problème et aucune mimique des mécaniques sous-jacentes ne s'opère.

D'un point de vue historique, les prémices de l'informatique moderne et d'un tout autre paradigme de modélisation sont à attribuer à Alan Turing qui, en 1936, introduit la machine éponyme. DETAILS

Par définition, un automate est une machine qui, à partir de données fournies en entrées, produit des données en sortie et ce, en fonction de règles internes prédéfinies. Un automate fini

Par la suite, John von Neumann et Stanislaw Ulam joignent leurs travaux pour concevoir le premier automate cellulaire. Un automate cellulaire est un système comprenant un ensemble d'automates finis spatialement localisés, typiquement sous forme de grille, et interconnectés en fonction de leur proximité. Les entrées de chaque automate correspondent alors aux états des automates voisins et de fortes relations d'interdépendance se dégagent de cette organisation. Le jeu de la vie CITATION est un exemple bien connu

d'automate cellulaire. La simplicité de ses règles, mise en contraste avec la variété des résultats produits témoigne de la richesse des automates cellulaires.

Les automates cellulaires ont depuis été largement étudiés et servent de support à de nombreuses modélisations de phénomènes du réel. Dans un cadre physique, ils peuvent être utilisés pour simuler l'écoulement de fluides ou bien la diffusion de gaz. Dans une optique plus humaine, ils se révèlent aussi très adaptés à la modélisation de trafic routier ou de la croissance urbaine – notre sujet.

Paradoxalement, l'application d'automates cellulaires à des problèmes géographiques ne fût pas immédiate. TOBLER

Bien que les automates cellulaires bénéficient de qualités évidentes, leur simplicité peut se montrer contraignante lors de la conception de modèles spécifiques. Dans ce cas, une prise de liberté quant aux formalisme originel est autorisée, voire nécessaire, pour obtenir des résultats réalistes.

La première limite que le formalisme de base impose est la discrétisation des états que chaque cellule peut prendre. En effet, même si cette caractéristique fait partie intégrante des particularités qui confère aux automates cellulaires leur simplicité, la description de quantités pouvant arborer un large éventail de valeurs est fastidieuse.

Une autre contrainte, en liaison directe avec notre sujet, est l'organisation en grille des cellules. Cette régularité qui, une fois de plus, facilite l'emploi des AC, a un prix et limite clairement la représentation du réel. Selon l'échelle d'une simulation urbaine, on peut vouloir représenter au plus bas niveau un bâtiment, un quartier ou bien même une zone de plusieurs kilomètres de côté, mais dans chacun de ces cas les entités décrites ne sont que rarement carrées et alignées dans une situation réelle. BLABLA

Dans les automates cellulaires classiques, la mise à jour de chaque cellule en fonction de ses voisins est synchrone ; elles sont toutes mises à jour simultanément i.e. l'état suivant de chaque cellule est déterminé avant le changement d'état ait lieu, afin d'éviter qu'elles soient désynchronisées. Dans une ville par contre, où une cellule représente une entité atomique, les changements d'états pouvant s'opérer (quelle que soit la signification donné aux états) se font de manière asynchrone. En effet, on ne peut imaginer que dans une ville les modifications de l'espace urbains se fassent toutes au même instant.