

Modèle d'Environnement pour des Simulations Microscopiques dans des Bâtiments en 3D

Florian Béhé^{1,2} Christophe Nicolle² Stéphane Galland² Abderrafiaa Koukam²

¹Laboratoire Systèmes et Transports

Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, 90010 Belfort Cedex, France

²Laboratoire Électronique, Informatique et Image – UMR CNRS 5258

IUT Dijon Auxerre, Université de Bourgogne – BP 17867 21078 Dijon Cedex, France

Email: florian.behe@utbm.fr, florian.behe@checksem.fr

Résumé—Dans ce papier, nous présentons une nouvelle approche de modélisation de l'environnement pour les systèmes multiagents. Notre approche est basée sur le standard IFC, utilisé dans l'ingénierie civile, comme source d'information pour la réalisation de simulations intra bâtiments. La sémantique et la description structurelle contenues dans ces fichiers est ainsi utilisée dans le but de générer automatiquement les fichiers d'entrée nécessaires à la plateforme multiagents utilisés pour nos travaux : JaSIM.

I. INTRODUCTION

La qualité des simulations multiagents dépend de divers facteurs. Un de ces facteurs est la qualité et la complexité des comportements des agents. Bien qu'étant un facteur important dans la qualité d'une simulation, des comportements de bonne qualité ne suffisent pas à obtenir une simulation de qualité. L'environnement dans lequel se déroule la simulation est également un élément important. Il fournit des données qui seront utilisées par les règles de comportement, c'est pourquoi il est important de ne pas le négliger.

La section suivante présente rapidement les fondements et les modèles à la base de notre proposition. La section II présente notre approche pour connecter un système multiagents et des IFC. Enfin la section III conclura ce papier et présentera des perspectives.

A. Systèmes multiagents

La notion de système multiagents (SMA) fait appel à des concepts de divers domaines tels que la psychologie sociale, l'intelligence artificielle, les systèmes distribués ou encore le génie logiciel [?]. Une SMA est une composition de divers comportements individuels (ou agents) et repose sur les relations et interactions entre ces derniers. Une sous-catégorie de SMA est qualifié de "situé" car il assume que les agents possèdent une présence physique dans un environnement. Ce dernier se compose d'objets situés liés entre eux par des relations d'ordre physique. Il est ainsi possible de connaître la position exacte de chacun d'entre eux dans l'environnement à tout moment de la simulation. L'agent est une entité logique ou physique intelligente exhibant un comportement particulier. La propriété d'un agent situé est de posséder un "corps" dans un environnement. Ce corps, puisqu'il est un objet situé, permet à l'agent d'interagir avec son environnement ou

avec d'autres agents. Ces interactions sont décidées, gérées et suivies par le comportement de l'agent en suivi des règles personnelles. Celles-ci ne sont pas forcément les mêmes pour tous les agents, chacun peut avoir un jeu de règles qui lui est propre. Les paramètres de ces règles de fonctionnement sont issus des propriétés physiques de l'agent, des perceptions de son environnement proche et de sa mémoire. Ainsi, chaque agent dispose de ses propres paramètres permettant ainsi une grande variété de comportements. Par exemple, deux agents régis par les mêmes règles pourront ne pas adopter les mêmes comportements effectifs. Cela se fera en fonction de leur position dans l'espace ou des données contenues dans leur mémoire.

La complexité et les types de paramètres des règles qui régissent les comportements des agents permettent de les classer dans trois catégories : (i) les agents réactifs ne réagissent que par des réactions immédiates à des stimulus venant de leur environnement ; (ii) les agents cognitifs sont dirigés par des règles complexes proches des systèmes d'intelligence artificielle ; (iii) les agents holoniques [1], ou agents récursifs, sont des agents composés d'agents regroupés pour atteindre un objectif commun. Un agent cognitif peut prendre en compte ses désirs et ses connaissances pour décider d'actions à réaliser. Un exemple d'agent holonique est une foule qui est composée d'individus, mais qui exhibe un comportement global spécifique. Elles sont en effet composées d'agents qui se regroupent dans le but de créer une formation qui se déplacera comme un seul agent.

B. Building Information Models

Les Building Information Models (BIM) sont un mode de représentation et de gestion des données dans le monde du bâtiment. Charles Eastman est le premier à avoir défini le concept des BIM dès la fin des années 70. Néanmoins, c'est avec le développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication que le concept connaît un véritable essor. La véritable révolution des BIM réside dans son mode de représentation du bâtiment en se basant sur des objets paramétriques. L'utilisation de ce type d'objets permet de transférer l'expertise du bâtiment à l'ordinateur. Ce dernier peut manipuler plus facilement des objets prédéfinis sémantiquement qu'identifier un objet représenté par un en-

semble de formes sur un plan 2D. Les BIM ne se limitent pas à la représentation d'objets, mais représentent un processus pour générer, stocker, gérer, échanger et partager les informations sur un bâtiment d'une manière interoperable et réutilisable. Le transfert d'expertise à la machine assure une plus grande stabilité des connaissances à travers les différentes évolutions de normes. De plus, cela permet également d'exploiter cette expertise dans le cadre d'autres applications.

Un BIM est conçu pour stocker toutes les informations relatives à un bâtiment, qu'elles soient de l'ordre architectural, électrique, sanitaire, etc. Un bâtiment est alors représenté par un seul et unique document qui le suivra tout au long de sa vie, de la conception à la destruction. L'utilisation des BIM apporte de nombreux avantages. Ils permettent par exemple de réduire les conflits et erreurs dues à la multiplication des plans dans les différents corps de métier, conduisant ainsi à une réduction des coûts.

Bien que disposant de nombreuses qualités, les BIM ne sont pas pour autant exempts de défauts. L'un d'eux n'est pas lié au concept lui-même, mais au fait que le format n'est pas adopté massivement par les industriels, mais connaît par contre un certain succès dans le domaine universitaire. Cette critique ne sera bientôt plus valide, car de nombreux projets publics imposent l'utilisation des BIM dans leurs cahiers des charges, comme c'est notamment le cas aux États-Unis.

C. Industry Foundation Classes

Les Industry Foundation Classes (IFC) sont une implémentation libre du concept des BIM [?]. Ils sont le fruit de 10 ans de travaux de l'International Alliance for Interoperability (IAI) sur la modélisation paramétrique dans le domaine de la gestion et de la construction de bâtiments. La première version des IFC a pu voir le jour en 1997. Les IFC ont pour avantage principal d'être certifiés ISO et sont ainsi devenus le standard d'application des BIM. Certains reprochent aux IFC le manque de possibilités en ce qui concerne les informations qu'il est possible d'y renseigner. Le positionnement d'un bâtiment dans un Système d'Informations Géographiques (SIG) est notamment l'un des manques cités le plus souvent. L'IFC est un format au service des industriels, leurs spécifications évoluent ainsi en fonction des demandes et des critiques qui leur sont adressées. Par conséquent, le positionnement dans un SIG peut servir d'exemple à cette écoute des utilisateurs puisque cette donnée sera intégrée dans la prochaine révision du format.

D. Plateformes Janus et JaSIM

JaSIM [2] est un modèle de simulation multiagents étendant la plateforme Janus¹ [3]. Il fournit les moyens théoriques et techniques pour gérer l'environnement, les agents, leurs perceptions, leurs actions et leurs communications. Le principal objectif des plateformes Janus et JaSIM est de faciliter le transfert de technologie multiagents. Les principes et les concepts proposés par de Janus, ainsi que ceux ayant dirigés

sont implantation, permettent de qualifier Janus de "industry-ready". Ainsi la plateforme est générale, indépendante du domaine d'application, extensible, robuste, sûre, rapide, et par nature distribuée (multi-thread, JXTA). Le cœur de la plateforme fournit à la fois une implémentation du méta modèle organisationnel CRIO et du concept de holon (ou agent récursif) mais également les outils nécessaires pour la création de systèmes multiagents plus traditionnels, ie. non organisationnels.

La simulation d'entités autonomes dans des systèmes urbains complexes requiert des modèles logiciels dédiés. JaSIM intègre les composants qui sont requis dans le cadre de simulations dans des environnements complexes en trois dimensions et en réalité virtuelle. JaSIM intègre des modèles permettant de reproduire la perception visuelle des humains dans un environnement virtuel ainsi que les comportements endogènes dans cet environnement (lois physiques, météorologie, etc.). Les entités simulées peuvent alors percevoir et agir de manière située dans leur environnement. JaSIM fournit également une suite d'outils permettant à un logiciel de visualisation d'obtenir des informations pertinentes concernant l'état de l'environnement simulé.

Données d'entrée: Afin d'exécuter des simulations, JaSIM nécessite en entrée quatre fichiers contenant : (i) le scénario de la simulation ; (ii) le modèle marshalisé de la liste des objets immobiliers dans l'environnement ; (iii) le modèle marshalisé de la liste des objets mobiles dans l'environnement et présents dès le démarrage de la simulation ; (iv) la représentation 3D des géométries des objets dans l'environnement (au format COLLADA/Google). Le premier fichier permet de décrire les grandes lignes du déroulement de la simulation ; en sachant que la propriété d'autonomie des agents permettra des divergences. Les deux fichiers contenant des données marshalisées sont utilisés pour calculer efficacement la liste des objets dans le champs de perception d'un agent. Enfin le dernier fichier est essentiellement utilisé pour l'affichage en 3D ou en réalité virtuelle.

II. PROPOSITION

Notre approche repose sur les IFC afin de générer les fichiers d'entrée de JaSIM. L'approche proposée ici ne concerne que le modèle environnemental.

A. Principe

Le but de notre approche est d'exploiter la sémantique du concept des BIM. Le format de fichier IFC a tout naturellement été choisi comme représentation des BIM. Cette sémantique est utilisée non seulement pour la génération des ressources de JaSIM, mais également durant les simulations. La représentation de notre environnement est basée sur deux fichiers. Le premier est le fichier COLLADA déjà présenté en section I-D qui contiendra la géométrie de l'environnement. Le second fichier ne fait en revanche pas partie des fichiers existant déjà. Il s'agit d'un fichier au format OWL, contenant l'ontologie de l'environnement.

1. <http://www.janus-project.org>

La norme IFC fournit, pour chacun des objets qui y sont représentés, un Global Unique Identifier (GUID). Ce GUID permet d'identifier de manière unique un objet dans un bâtiment. Cet identifiant est important puisque la mise en place de notre approche repose sur ce dernier. Il est en effet reporté dans le fichier COLLADA afin que chacune des géométries qui s'y trouvent puisse être identifiée. Il est également reporté dans l'ontologie afin de retrouver les connaissances associées à un objet. La présence de l'identifiant dans les deux fichiers permet ainsi de lier les géométries des objets et les connaissances sur ces mêmes objets..

L'application de notre approche à JaSIM réduit ainsi son nombre de fichiers d'entrée de 4 à 3. En effet, les arbres sérialisés seraient abandonnés au profit des fichiers COLLADA et OWL et de leur moteur performant de requête. Cette approche permettra une plus grande robustesse et une plus grande facilité de mise en œuvre des scénarios.

B. Mise en œuvre

La mise en œuvre du principe présenté en section II-A est réalisée en amont de la simulation. Les fichiers de JaSIM sont générés par un logiciel dédié. Il s'appuie sur un noyau contenant une implantation de l'IFC et gérant une instance de cette dernière. Il permet le chargement de l'IFC dans sa globalité, c'est-à-dire sa sémantique et sa géométrie.

Le logiciel repose sur le schéma de fonctionnement montré en figure 1.

Les IFC sont extrêmement riches en termes de données. En effet, ces modèles étant destinés aux corps de métiers construisant, maintenant ou administrant un bâtiment, ils doivent contenir toutes les informations nécessaires à chacun d'entre eux. Par exemple, chaque prise électrique, et chaque conduite doit être répertoriée et placée exactement à sa position réelle dans l'IFC. L'inclusion de la totalité des données n'a pas de sens dans le cadre de la simulation d'un scénario précis. Seules celles strictement nécessaires à la réalisation du scénario, ie. à l'exécution des comportements intelligents des agents, sont requises. L'inclusion de plus de données que nécessaire n'aurait alors pour seul effet que de ralentir l'exécution de la simulation. Le premier objectif de l'outil mise en œuvre dans cette section est de permettre la sélection des données nécessaires à un scénario.

Il est également nécessaire d'associer des éléments IFC à des concepts JaSIM : (i) points de passage, (ii) des générateurs d'agents, (iii) objets spatiaux.

Il existe dans notre approche différents types d'associations entre les IFC et les concepts de JaSIM :

- 1) L'association automatique s'opère lorsque des concepts JaSIM trouvent leurs équivalents dans les objets IFC. On peut citer en exemple l'association automatique du concept "place" aux étages d'un bâtiment. JaSIM utilise le concept des "places et portails" pour représenter les différentes zones composant l'environnement.
- 2) L'association réalisée à l'aide du noyau est une l'association semi-automatique. Celle-ci repose sur une proposition faite à l'utilisateur de généraliser à toutes les

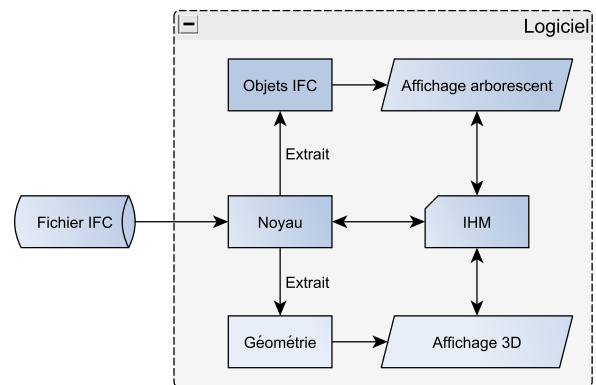


FIGURE 1. Fonctionnement général de l'outil

instances d'un type d'objet IFC l'association qu'il vient de réaliser. La proposition de cette association repose sur une logique établie a priori. Cette sélection s'applique aux concepts qu'il semble normal de voir en grand nombre ou dont l'association générique peut être pertinente. On peut illustrer ce principe avec l'association de points de passages qu'il peut être intéressant de généraliser à toutes les portes ou fenêtres d'un bâtiment.

- 3) Enfin, le dernier type d'association est l'association purement manuelle. Dans ce type d'association, l'utilisateur ne sera aucunement aidé par le système. C'est notamment le cas pour les concepts où il serait illogique de proposer une généralisation, par exemple les générateurs d'agents.

Les associations des éléments IFC à différents concepts JaSIM permettront dans un premier temps la génération des fichiers de scénario de simulation. Toutefois, le noyau doit également être en mesure d'assurer le peuplement d'une ontologie depuis les concepts IFC. Certaines des informations présentes dans l'ontologie sont extractibles d'un IFC. Les IFC étant avant tout des fichiers destinés à une utilisation dans le secteur du bâtiment, les connaissances qu'ils contiennent ne suffisent pas à l'exécution optimale d'une simulation. C'est pourquoi l'utilisateur peut être amené à saisir des connaissances utiles au SMA lui-même. Ces connaissances se retrouveront dans l'ontologie aux côtés des connaissances extraites des IFC.

Le module de peuplement de l'ontologie est encore en phase de conception car la structure ontologique à adopter pour notre modèle n'a pas encore été établie définitivement. L'un des points critiquables inhérents aux environnements et à la représentation des connaissances en leur sein qu'ils sont destinés à un seul type d'usage. Par conséquent, le travail réalisé sur un environnement est presque impossible à mettre en œuvre dans un autre contexte. Nous développons donc notre ontologie dans l'optique de répondre parfaitement aux connaissances nécessaires pour un domaine donné tout en proposant une réutilisabilité maximale du travail effectué. Cela permettrait ainsi de réutiliser et combiner les travaux déjà

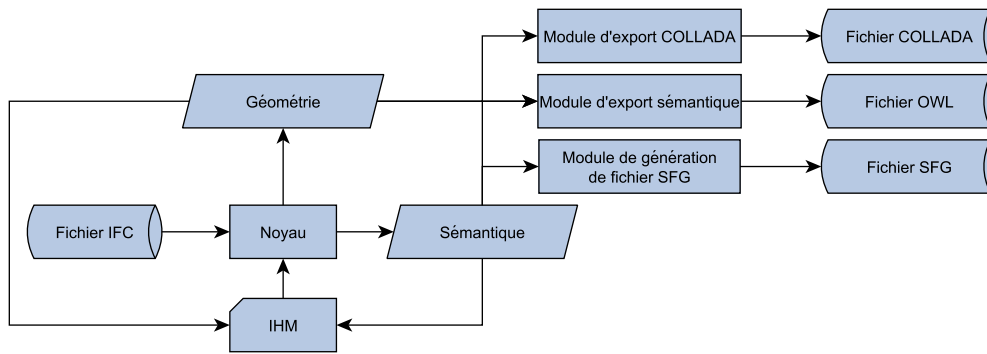


FIGURE 2. Architecture du logiciel de notre approche

réalisés afin de permettre de représenter les connaissances pour un nouveau type d'application.

La figure 3 illustre le logiciel présenté dans cet article.

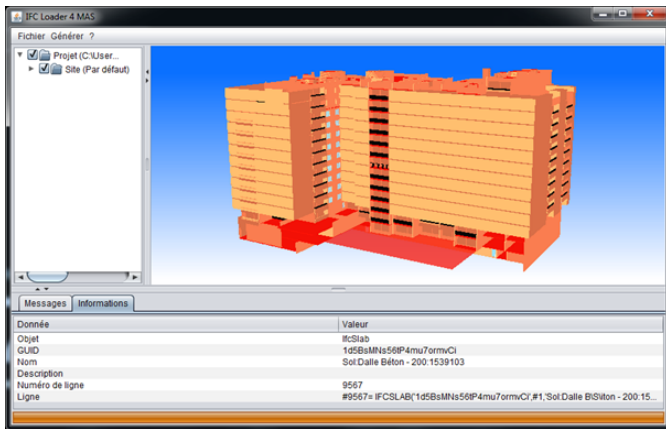


FIGURE 3. Capture d'écran de l'outil développé pour notre approche

III. CONCLUSION

Ce papier présente une nouvelle manière de générer et de représenter l'environnement pour un SMA. L'approche présentée permet de disposer d'un environnement d'une grande qualité aussi bien géométriquement que sémantiquement. L'un des principaux avantages de notre approche est de ne pas nécessiter de modélisation spécifique pour l'environnement pour chaque scénario de simulation à réaliser. Ainsi la rapidité de mise en œuvre et la qualité des données est maximisée. Notre proposition permet de réaliser un minimum de travail pour l'adaptation de l'environnement à de nouveaux types d'applications tout en permettant un maximum de réutilisabilité de l'existant.

L'utilisation des BIM et des IFC dans les SMA est une liaison intéressante, car elle est bénéfique pour chacune des parties. Les SMA y trouvent un modèle d'environnement riche en connaissances précises et de qualité. Le domaine du bâtiment trouvera dans les SMA de nouveaux outils d'assistance à la conception, à l'analyse et à la qualification de bâtiments.

Les travaux actuels portent sur la création d'un système d'ontologies permettant de couvrir un grand nombre de cas d'application. L'outil sera ensuite modifié afin de permettre à un utilisateur d'interagir avec l'IFC afin de peupler l'ontologie qui sera utilisée lors d'une simulation.

Les travaux porteront également sur l'établissement de profils d'utilisation du logiciel. Ces profils serviront à maximiser les associations et les assignations automatiques de connaissances aux concepts IFC en fonction de l'objectif de la simulation pour laquelle l'environnement est généré et en fonction des préférences de l'utilisateur.

Enfin, une fois la partie environnement achevée, les travaux porteront sur la création de modèles de comportements agents. Ces comportements seront créés dans le but de pouvoir exploiter les connaissances intégrées par notre modèle environnemental.

REMERCIEMENTS

Ces travaux sont financés par la région de Franche-Comté et reçoivent les subventions d'un projet coopératif entre la Bourgogne et la Franche-Comté. Merci aux équipes Checksem et SeT.

RÉFÉRENCES

- [1] *Holonic Multi-Agent Systems*, 1st ed., ser. Self-Organising Software From Natural to Artificial Adaptation - Natural Computing Series. Springer, mar 2011, ch. 11, pp. 238–263.
- [2] S. GALLAND, N. GAUD, J. DEMANGE, and A. KOUKAM, "Environment model for multiagent-based simulation of 3d urban systems," in *the 7th European Workshop on Multiagent Systems (EUMAS09)*, Ayia Napa, Cyprus, dec 2009, paper 36.
- [3] S. GALLAND, N. GAUD, S. RODRIGUEZ, and V. HILAIRE, "Janus : Another yet general-purpose multiagent platform," in *the 7th Agent-Oriented Software Engineering Technical Forum (TFGAOSE-10)*, Agent Technical Fora. Paris, France : Agent Technical Fora, dec 2010.