

Systemes adaptatifs et coopératifs pour la gestion technique de patrimoine¹

Christophe Cruz
Equipe Ingénierie Informatique
Société ACTIVE3D-Lab
21 Avenue Albert Camus
BP 66606 – 21066 Dijon Cedex
France
Email : c.cruz@active3d.net

Christophe Nicolle
Equipe Ingénierie Informatique
Laboratoire Le2i - CNRS FRE 2309
Faculté des Sciences Mirande - Université de Bourgogne
BP 47870 – 21478 Dijon Cedex
France
Email : prénom.nom@u-bourgogne.fr

Marc Neveu
Equipe Synthèse d'Image

Résumé

A la frontière de deux domaines de recherche, l'interopérabilité des bases de données et la synthèse d'images, cet article présente une plate-forme web coopérative basée sur une méthode de modélisation et de stockage par le contenu d'objets 3D dans une base de données relationnelle. Cette méthode sera utilisée pour le couplage entre une « base 3D » et des bases de données classiques. Notre objectif final est le développement d'un environnement Internet permettant l'accès 3D à des données textuelles et la manipulation de scènes 3D à l'aide de requêtes SQL.

Mots Clefs

X3D, Base de données 3D, SGBD Relationnel

1. Introduction

La société ACTIVE3D-Lab est une entreprise bourguignonne en cours de création dont le principal partenaire est le Groupe Archimède acteur régional en Ingénierie de la Construction et acteur national en Gestion de Patrimoine. ACTIVE3D-Lab a donc ciblée le développement de son savoir-faire autour de deux pôles, à savoir l'ingénierie en bâtiment et une base de données 3D.

Concept né il y a quelques années dans les pays anglo-saxons, le Facilities-Management consiste en l'étude des processus de gestion des bâtiments. Ce processus est soumis à de nombreuses contraintes liées au coût, à la technicité, à la continuité de l'activité lors de réorganisations et à la multiplicité des acteurs et du besoin accru de communication. De ces difficultés émergent une stratégie de gestion basée sur la connaissance quantitative et qualitative du patrimoine, ainsi que sur son évolution. Cette stratégie permet alors de prendre en compte une programmation des travaux d'entretien ainsi que l'établissement d'indicateurs. Cette gestion de la maintenance des installations complexes et importantes permet de faire l'inventaire des équipements techniques ; puis de mettre en place une gestion préventive et corrective des installations pour l'édition de ratios et de tableaux de bord. Aujourd'hui l'outil idéal permettrait d'associer des objets graphiques à des données alphanumériques, et d'offrir de cette manière des fonctions paramétrables telles que la production de plans thématiques, la production d'historiques, la production de statistiques etc...

Pour répondre à ces besoins, nous avons développé cet outil sous la forme d'une plate-forme hypermédia adaptative permettant une collaboration totale et distribuée des différents intervenants dans la gestion de bâtiments.

Cette plate-forme permet à un client de se connecter à tout moment pendant la vie du projet. Il peut visiter en ligne le ou les bâtiments qu'il a commandés. Une visite virtuelle dynamique lui permet d'obtenir des informations spécifiques par activation d'objets 3D, et de pouvoir les

¹ Ces travaux sont co-financés par la société ACTIVE3D-Lab, le Conseil Régional de Bourgogne et l'ANVAR.

modifier directement. Dans toutes les phases, la navigation 3D est ludique et intuitive. Le client peut vérifier par requête au cours de sa visite, que tel ou tel équipement est encore sous garantie en fonction de sa date de pose. Il peut également savoir quelle est la quantité de moquette ou autre revêtement de sol posé dans son unité pour négocier son contrat de nettoyage. Il peut positionner les différentes personnes de ses services et en retirer instantanément les numéros de téléphone ou toute autre donnée associée etc...

L'interopérabilité de systèmes d'information vise à permettre le partage, le contrôle et l'échange entre plusieurs sources d'informations hétérogènes. Dans le cas présent, la plateforme web active3D intègre trois systèmes d'information. Le premier constitué d'éléments 3D fournit une représentation visuelle de l'information. Le second basé sur la norme IFC (Industrial Foundation Class) permet la modélisation des caractéristiques d'un bâtiment sous la forme d'un modèle numérique. Le couplage de ces deux systèmes d'information permet d'ajouter un niveau sémantique à des éléments 3D. Le troisième système d'information est le système de gestion couramment utilisé pour la gestion des ressources humaines. Ce dernier fixe pour chaque intervenant un niveau d'accès à la connaissance permettant de spécialiser la construction de l'interface en fonction de l'utilisateur.

2. Etat de l'art

Aujourd'hui Internet tend vers deux domaines qui semblent opposés. D'une part, l'aspect visuel où le texte qui composait initialement les pages des premiers sites WEB a été remplacé par des images et des animations. On constate dans ce domaine la percée de logiciels tels que Flash de Macro-Média. D'autre part, l'aspect informatif s'est considérablement développé. L'information donnée par les sites devient intelligente, adaptative, en fonction des comportements des internautes. Les nouvelles avancées en matière d'interconnexion de bases de données avec des pages HTML ont permis la création de nouveaux sites dynamiques. A ce jour, un site Web se doit d'être animé, donc attrayant et intelligent, donc actif et interactif. Néanmoins, il existe de nombreuses limites. Dans le domaine de l'aspect visuel, la représentation 3D est en pleine croissance sur Internet. Bien qu'elle soit souvent limitée à de petites animations, car les ressources nécessaires pour utiliser la 3D sur le réseau sont trop importantes. Quant à l'aspect informatif, il est encore trop souvent limité à l'interfaçage d'une base de données avec du code HTML. La construction de systèmes complexes interconnectant plusieurs bases de données n'est encore développée qu'au stade de la recherche.

Les méthodes d'archivage de grandes quantités d'informations concernent le stockage des représentations des scènes 3D (images 3D) et non les moyens de manipuler les scènes. Cette manipulation englobe non seulement le stockage, l'extraction et la modification des scènes elles-mêmes mais également les objets géométriques constitutifs des scènes (géométrie et aspect), les transformations géométriques permettant de les assembler et les éléments d'observation (caméras, lumières, etc...). Pour résumer la difficulté réside moins dans la création de scènes 3D que dans la réutilisation interactive de ces scènes notamment par consultation de bases de données via Internet par exemple. Gérer des scènes 3D (par exemple interroger par le contenu une base de scènes architecturales, modifier à grande échelle certains paramètres, réaliser des statistiques) reste très délicat : cela suppose la réutilisation des structures de données décrivant la scène 3D par le SGBD. Malheureusement ces structures sont souvent très diverses, voire incompatibles. En effet, de nombreux formats " standards " sont utilisés en synthèse d'images, repérés par les extensions aux fichiers de données contenant des scènes. Citons par exemple 3dmf d'Apple pour Quickdraw 3D, 3ds d'Autodesk pour 3D-Studio , dxf d'AutoDesk pour etc. Une approche alternative s'est développée autour des accès sans cesse croissants à l'Internet. VRML[4] (Virtual Reality Modeling Language) permet de créer et d'explorer des scènes 3D sur Internet. Par ailleurs, il existe peu de

tentatives pour constituer de réelles bases de données de scènes 3D : on peut constituer des objets 3D intégrables dans des bases de données par le biais de modeleurs mais on ne les réutilise qu'à partir d'un même modeleur ou modeleur compatible. Des accès à des scènes 3D sont permis pour les manipuler si elles sont décrites en VRML mais on n'a pas accès aux objets constitutifs des scènes (par exemple certaines bases de données de structures atomiques [17], de structures chimiques dans le domaine médical [18],...).

3. Architecture

XML [1] est devenu rapidement un support universel de représentation de l'information sur Internet. Employé dans de nombreux domaines, il est largement utilisé pour véhiculer du multimédia et en particulier de l'image. La manipulation d'images avec XML se fait à plusieurs niveaux. Au niveau le plus simple, il est possible d'insérer une image dans un document XML à l'aide de balises contenant l'adresse du fichier image. A un niveau plus complexe, il existe des langages de modélisation d'images 2D [2] et 3D

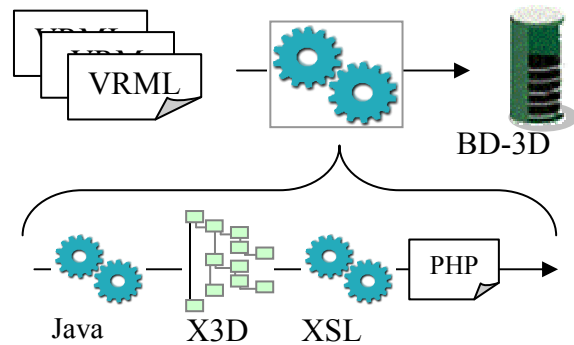


Figure 1. Méthode de stockage

[7,8,9,10] dérivés d'XML. A ce niveau l'image est décrite en mode texte, sous forme de balises. L'un des principaux problèmes dans le domaine de la modélisation 3D avec XML est la création et la réutilisation d'une structure de données qui décrit une scène 3D. Actuellement, il n'existe pas de moyen normalisé qui permette de manipuler des scènes 3D de manière générique. Pour résoudre ce problème nous avons développé une architecture de modélisation et de stockage de scènes 3D utilisant une base de données relationnelle. Cette base permet de stocker les scènes 3D par le contenu permettant la manipulation des scènes à l'aide d'une algèbre relationnelle. La figure 1 présente la méthode de stockage de scène 3D dans une base de données. La réalisation de cette architecture se base sur un ensemble de langages nécessaire pour la manipulation de l'information.

3.1. Le langage X3D

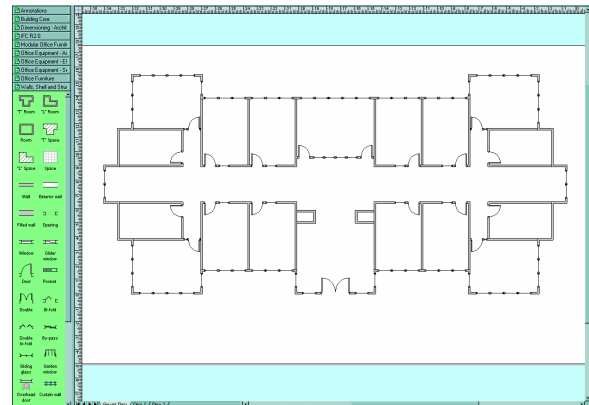
VRML est largement répandu sur Internet car il est possible de citer plus de trente programmes ou plug'ins l'utilisant, tels que CosmoPlayer [5], Blaxxun3d [6], etc. De nombreux modeleurs comme 3D Studio Max de Kinetix renferment des fonctions d'exportation pour la création de fichiers VRML. Malheureusement, un fichier VRML est un script monolithique difficilement exploitable. Pour résoudre ce problème, les membres du Web3D Consortium ont développé un outil Java de conversion VRML vers le langage X3D [10]. Basé sur la norme XML, X3D fait l'objet d'un accord entre le W3C et Web3D Consortium. Le choix de X3D s'impose pour plusieurs raisons. XML est un méta-langage de description qui structure l'information à l'aide de balises organisées dans un arbre. En comparaison avec VRML, la modélisation de l'information est identique mais la forme est plus souple en terme d'utilisation. L'approche 3D avec XML apporte la flexibilité et la capacité d'extension absente de VRML. Ceci permet l'ajout d'informations aux scènes, la création de nouvelles balises sans gêner la génération des scènes. Malgré sa grande jeunesse de nombreux outils ont été développés et sont disponibles pour manipuler des structures XML.

Une fois les scènes obtenues en X3D, soit par traduction à partir de VRML ou directement à partir d'un modeleur, nous devons insérer les éléments qui la composent dans la base de

données. Pour cela, nous utilisons des feuilles de styles XSL [11]. XSL est un langage qui permet la manipulation d'un arbre XML. Le point fort de XSL réside dans sa capacité à projeter une source de données unique sur de multiples cibles d'affichages et de formater les données sur chaque cible. XSL est indépendant du langage d'affichage. Il est donc possible de développer un analyseur syntaxique XSL qui traduise l'arbre source en d'autres formats de sortie comme le RTF, le PDF ou encore créer des scripts comme PHP [12] ou des scripts Oracle, voire du code Java. D'ailleurs, cette méthode est utilisée pour traduire un document X3D en VRML.

3.2. Le Langage IFC

IFC est une norme permettant la modélisation de plan sous la forme d'objets définie par l'IAI [24]. Cette norme a été définie par les professionnels du bâtiment pour les professionnels du bâtiment. L'objectif est de limiter l'hétérogénéité des spécifications qui apparaissent lorsque différents corps de métiers participent à la réalisation d'un même bâtiment. L'intention de l'IAI est de spécifier comment les éléments qui se présentent dans une construction (aussi bien les composants tangibles comme les portes, les murs, les ventilateurs, etc. que les concepts abstraits



Ex : Plan 2D décrit par IFC

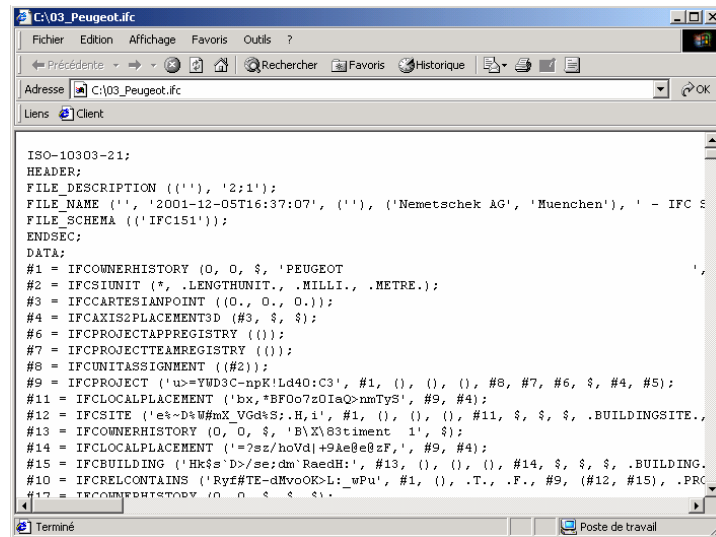
comme les espaces, l'organisation, les processus, etc.) peuvent être représentés sous forme informatique. Ces spécifications représentent une structure de données sur laquelle s'appuie la description informatique du projet utile au partage de données entre applications. Chaque spécification est appelée "classe". Le mot classe est employé pour décrire une variété d'éléments qui ont des caractéristiques communes. Par exemple, chaque porte a la caractéristique de s'ouvrir pour permettre l'accès à un espace, chaque fenêtre a une caractéristique de transparence. Les portes et les fenêtres sont des noms de classe. Les classes définies par l'IAI sont appelées 'Industry Foundation Classes' ou IFC (Classes fondation) pour les raisons suivantes :

- Les IFC sont définies par le secteur de la construction et de la gestion de patrimoine.
- Elles constituent les fondements du modèle de projet partagé.
- Elles spécifient des classes d'objets de manière consensuelle de façon à permettre le développement d'un langage commun pour la construction.

La description d'un ventilateur selon les IFC est plus qu'une suite de lignes et de primitives géométriques représentant un ventilateur. Elle contient les caractéristiques qui font de lui un ventilateur, comme la section d'entrée. Il peut y avoir plusieurs ventilateurs dans un projet : chaque ventilateur du projet est conforme aux spécifications de sa classe mais ses caractéristiques peuvent prendre différentes valeurs. Ainsi, un ventilateur peut avoir une section d'entrée de 900 mm tandis qu'un autre peut avoir une section d'entrée de 1200 mm. Ce sont tous les deux des ventilateurs qui ont les caractéristiques des ventilateurs définies dans les spécifications IFC. Quand une classe est utilisée plusieurs fois, chaque instance est appelée un objet. Les objets IFC permettent donc aux professionnels du secteur de la construction de partager un modèle du projet, mais permettent aussi à chaque profession de définir sa propre représentation des objets contenus dans le modèle. D'autres professionnels peuvent ensuite

utiliser l'objet ventilateur défini par un ingénieur. Cela conduit à améliorer l'efficacité de la conception, du chiffrage, de la construction, et de la gestion du bâtiment.

La forme syntaxique de la norme IFC se présente comme VRML (la figure 2 présente un exemple de script IFC), tous deux sont des scripts interprétés. La norme IFC comporte les mêmes inconvénients que la norme VRML. Les deux normes nécessitent la création d'outils spécifiques, contrairement aux langages basés sur XML.



```
ISO-10303-21:
HEADER:
FILE_DESCRIPTION ((' ', '2:1');
FILE_NAME (' ', '2001-12-05T16:37:07', (' ', ('Nemetschek AG', 'Muenchen'), ' - IFC S
FILE_SCHEMA (('IFC151'));
ENDSEC;
DATA:
#1 = IFCOWNERHISTORY (0, 0, $, 'PEUGEOT
#2 = IFCUNIT (*, .LENGTHUNIT., .MILLI., .METRE.);
#3 = IFCARTESIANPOINT (0., 0., 0.);
#4 = IFCAXIS2PLACEMENT3D (#3, $, $);
#5 = IFCPROJECTAPPREGISTRY ({});
#6 = IFCPROJECTTEAMREGISTRY ({});
#7 = IFCUNITASSIGNMENT (#2);
#8 = IFCPROJECT ('u=YWB3C-npR!Ld40:C3', #1, (), (), (), #8, #7, #6, $, #4, #5);
#9 = IFCLOCALPLACEMENT ('bx,*BF0e7z0IaQ>nmTyS', #9, #4);
#10 = IFCLOCALPLACEMENT ('es~D%WmX_VGd*S;.H,i', #1, (), (), (), #11, $, $, $, .BUILDINGSITE.,
#11 = IFCOWNERHISTORY (0, 0, $, 'B\X\@3timent 1', $);
#12 = IFCLOCALPLACEMENT ('?sz/hoVd|+9Ae@ezF', #9, #4);
#13 = IFCBUILDING ('Hk$s'D>/se;dm`RaedH:', #13, (), (), (), #14, $, $, $, .BUILDING.
#14 = IFCRELCONTAINS ('Ry#TE-dMvoOK>L: wPu', #1, (), .T., .F., #9, (#12, #15), .PRC
#15 = IFCOWNERHISTORY (0, 0, $, $, $);
```

Figure 2 : Exemple de script IFC

Tandis que X3D et XMLifc pourront être manipulé par les mêmes outils. L'utilisation d'XML pour les IFC permet aussi l'enrichissement du modèle de base, d'autant plus que la norme IFC autorise les utilisateurs à personnaliser des éléments. L'utilisation d'outils standards augmente la robustesse d'une application et limite l'effort de développement. Dans cette optique, l'interopérabilité des bases de données est simplifiée par l'apport d'XML. Ceci explique pourquoi l'IAI a développé le transfert des IFC en XMLifc comme l'a fait le Web3D Consortium [4] pour VRML.

3.3. Création de bases de données

Un document X3D, comme tout document XML possède une grammaire qui définit la structure des balises qui composent le document. Cette grammaire appelée aussi schéma est décrite dans le format de balisages d'XML à l'aide du langage W3C XML-Schéma [3]. Un parseur teste la validité d'un document X3D en comparant sa structure avec cette grammaire. Pour parvenir à réaliser cette base de données, nous avons pris en compte le fait qu'un document XML-Schéma soit un document XML. Celui-ci est alors manipulable comme tout document XML à l'aide de feuilles de styles XSL. Nous traduisons donc le XML-Schéma X3D en script SQL de création de base de données X3D par le biais d'une feuille de styles. Les informations ainsi formatées sont de deux types distincts. Le premier regroupe les informations de chaque type de nœud du XML-Schéma qui forme chacun une table dans la base de données. L'autre type est un ensemble d'information supplémentaire permettant de créer une structure pour la sauvegarde de la structure d'un document X3D. Grâce au XML-Schéma IFC 3x, il est possible de créer une base de données sur le même principe que la base X3D avec une modélisation différente mais une technique identique.

4. Conclusion

La société Active3d-Lab a développé la première plate-Forme Web adaptative pour la gestion de patrimoine basée sur le couplage de trois systèmes d'information hétérogènes (X3D, IFC et SGBDR). Cette application donne de nouvelles perspectives dont la première grande voie de recherche serait basée sur le X3D Streaming. Le streaming est une technique de flux de données sur Internet utilisée principalement par des applications utilisant de gros volumes de données comme de la vidéo ou de son. Le streaming permet de visualiser le début d'un film sur Internet avant même d'avoir reçu sa fin. On lit ainsi les informations au fur à mesure de la réception des données. Nous pouvons envisager l'utilisation de cette technique sur des scènes de gros volumes. A première vue ceci peut paraître complexe lorsqu'elle est utilisée

seulement avec la base de données X3D mais si nous utilisons la sémantique associée à la norme IFC cela simplifie le problème. Grâce à cette sémantique, nous pouvons savoir où se trouve la pièce où nous sommes et qu'elle est la suivante. Dans ce cas de figure, il suffit de télécharger la pièce que l'internaute aura choisit d'aller et de la fusionner à la scène existante. De la même manière il est possible de supprimer des éléments de la scène qui ne sont pas nécessaire pour alléger la quantité de calculs ou l'espace mémoire du navigateur.

Cette innovation apportée par la base de données X3D intervient directement dans le domaine des SIG. Le passage d'informations 2D dans une représentation 3D est une importante valeur ajoutée. Nous voyons aujourd'hui de plus en plus de langages se convertir au format XML, ce qui augmente sans cesse les domaines d'application de ce principe.

Bibliographie

- [1] Extensible Markup Language (XML) : <http://www.w3.org/XML/>
- [2] W3C Scalable Vector Graphics (SVG) :
<http://www.w3.org/Graphics/SVG/Overview.htm8>
- [3] The World Wide Web Consortium (W3C) develops interoperable technologies :
<http://www.w3c.org>
- [4] Web3D Specifications VRML97 International Standard :
http://www.vrml.org/fs_workinggroups.htm
- [5] Cosmo Player : <http://www.cai.com/cosmo>
- [6] Blaxxun : <http://www.blaxxun3d.com>
- [7] Information Architecture Markup Language (IAML) : <http://vizbang.com>
- [8] XGL File Format Specification : <http://www.xglspec.org>
- [9] 3DML: http://www.global-dev.com/ress_dev/3dml
- [10] Extensible 3D (X3D) : <http://www.web3d.org/x3d.html>
- [11] Extensible Stylesheet Language (XSL) : <http://www.w3.org/Style/XSL/>
- [12] PHP is a server-side, cross-platform, HTML embedded scripting language :
<http://www.php.net/>
- [13] P.P. Chen, *The Entity-Relationship Model Toward a Unified View of Data*, ACM Transaction on Database Systems, Vol.1, N°1, March 1976
- [14] James D. Foley, Andries van Dam, Steven K. Feiner et John F. Hughes, *Computer Graphics Principles and Practice*, Addison-Wesley , 1990
- [15] Geometric Modeling, Michael E. Mortenson , Wiley , 1985
- [16] Computational Geometry for Design and Manufacture I. D. Faux et M. J. Pratt , Ellis Horwood Ltd, 1979
- [17] The Fermi Surface Database : <http://www.phys.ufl.edu/fermisurface>
- [18] The NCI DIS 3D database :http://ntp.nci.nih.gov/docs/3d_database/dis3d.html
- [19] Julian Fowler, *STEP for Data Management Exchange and Sharing*, Technology Appraisals, Twickenham Middlesex, Royaume-Uni
- [20] M. Kais Al-Timimi, *STEP : Towards Open Systems* Datamation Limited, Girton, Cambridge, Royaume-Uni