

# Situation de Mobilité et Approche Dirigée par les Modèles

Cyril VACHET, Yann LAURILLAU, Bernard CARON

Laboratoire SYSCOM, Université de Savoie  
Site scientifique du Bourget, Bâtiment Mt Blanc  
73376 Le Bourget-du-Lac Cedex, FRANCE  
+33 (0) 4 79 75 88 54

{Cyril.Vachet, Yann.Laurillau, Bernard.Caron}@univ-savoie.fr

## RESUME

Cet article s'inscrit dans les recherches sur les systèmes sensibles au contexte de l'utilisateur et la scénarisation. Il apporte des pistes pour décrire et détecter des situations interactionnelles relatives à la mobilité de l'utilisateur. Nous utilisons pour cela une approche basée sur l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM) qui apporte un cadre de conception solide, de bonnes pratiques ainsi qu'un outillage facilitant l'opérationnalisation d'un tel système.

## Mots Clés

Ingénierie Dirigée par les Modèles, mobilité, scénarios, méta-modélisation, contexte, systèmes sensibles à la localisation.

## ABSTRACT

In this article we focus on the problem of context-aware computing. We chose to adopt a scenario based approach which consists to model and describe the user's interactions using Model Driven Engineering (MDE) techniques. This research field offers a rigorous framework that would help us to develop a platform that is able to play such scenarios.

## Categories and Subject Descriptors

H.1.2 [Information Systems]: User/Machine Systems, H.5.3 [Information Systems]: Group and Organization Interfaces, D.2.10 [Software Engineering]: Design – Methodologies, D.2.2 [Software Engineering]: Design Tools and Techniques.

## General Terms

Design, Languages.

## Keywords

Model Driven Engineering, mobility, task scenarios, meta-modeling, context, location aware-systems.

## 1. INTRODUCTION

Nous nous inscrivons dans les recherches sur les systèmes sensibles au contexte de l'utilisateur et la scénarisation. Notre problématique est, dans un cadre général, l'adaptation dynamique des services et du contenu offerts aux utilisateurs en fonction du contexte dans lequel ils se trouvent. L'enjeu est, dans ce domaine, la modélisation de ce contexte, son observation, la détection de phénomènes puis leur exploitation afin d'adapter dynamiquement une séquence d'activités. Nous souhaitons, à terme, apporter à ce

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

UbiMob'06, September 5-8, 2006, Paris, France.

Copyright 2006 ACM 1-59593-467-7/06/0009&#65533;\$5.00.

domaine une contribution méthodologique (langage, démarche et outillage) et logicielle.

Nous pensons que la scénarisation est une première étape pour apporter plus de flexibilité à la description et l'exécution des activités. Concernant l'adaptabilité et la réactivité du système au contexte, nous avons choisi raisonner en termes de situations interactionnelles portant sur les entités du système interactif.

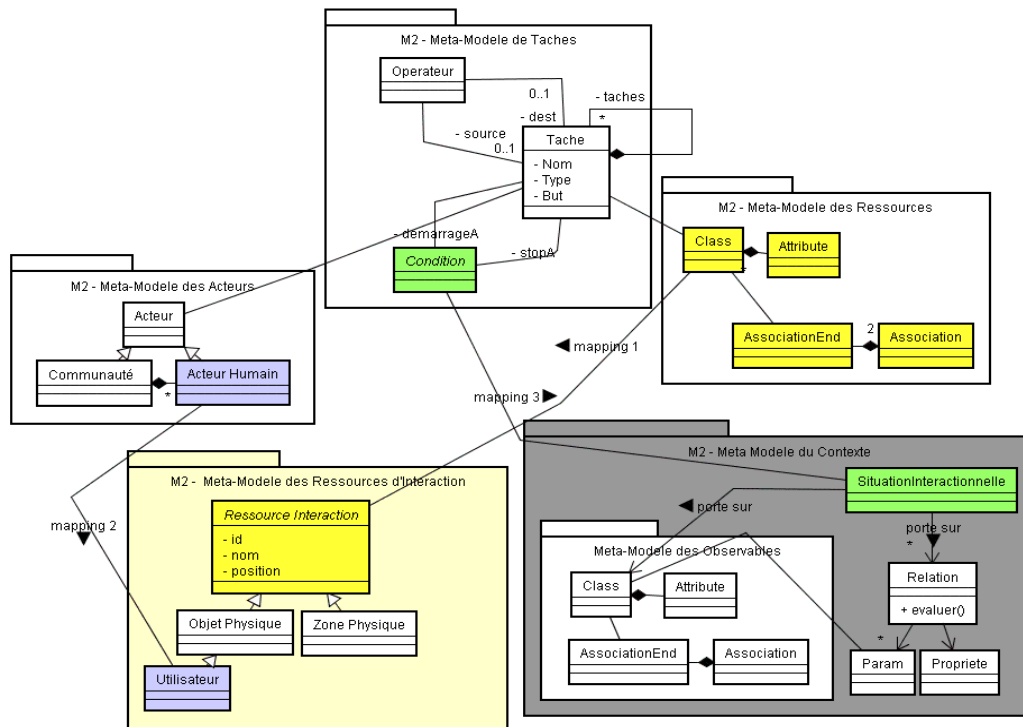
Afin de donner un cadre solide à nos recherches, nous nous inscrivons dans une démarche guidée par l'Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM). Généralisant les travaux de l'OMG [10] sur le MDA [10], cette approche est basée sur l'utilisation massive de modèles et d'outils pour concevoir et implanter un système. Son but principal est, dans un cadre formalisé, de réduire le fossé entre la conception et l'implantation par l'automatisation de certaines tâches de conception répétitives (telle la génération automatique de code), de favoriser l'interopérabilité, la « maintenabilité », l'évolution et la réutilisation de briques logicielles. Dans notre approche, nous verrons que l'IDM vise aussi à rassembler, à travers la notion de modèle, des préoccupations supposées distinctes.

Nous proposons dans cet article de mettre en évidence la manière dont nous avons utilisé l'IDM ainsi que des premiers résultats expérimentaux relatifs aux préoccupations liées au caractère mobile de l'utilisateur. Dans un premier temps, nous aborderons le contexte scientifique où nous expliciterons la notion de scénario. Ensuite, nous présenterons les préoccupations relatives à la mobilité; notamment le concept de situation interactionnelle puis nous verrons les bases de l'approche IDM. Dans un deuxième temps, nous mettrons en évidence l'opérationnalisation du concept de situation interactionnelle avec les outils IDM. Enfin, nous terminerons sur une discussion qui considèrera l'approche.

## 2. CONTEXTE SCIENTIFIQUE

### 2.1 Scénarios pour les Systèmes Interactifs

Au sein de notre laboratoire, nous avons développé un langage de description spécifique pour décrire les activités collaboratives et pédagogiques: le *Learning Design Language* (LDL) [9]. Construit à l'aide d'un éditeur, un modèle de scénario LDL est un fichier XML qui contient des informations relatives aux acteurs (ou rôles) du scénario (apprenant, enseignant, groupes etc.), aux ressources (artefacts, services, etc.) et, de fait, à la description des tâches. La Figure 1 considère le langage LDL de manière très générique et simplifiée (boîtes blanches) et considère les facettes suivantes: méta description des acteurs, des tâches et des ressources (décrit génériquement sous forme de classes). Le modèle obtenu est, du point de vue du domaine IHM, proche des « scénarios d'usage » que l'on pourrait décrire, à un niveau abstrait, avec un formalisme tel que Concurr Task Tree (CTT)



**Figure 1: Intégration de l'aspect interactionnel (simplifié) dans un scénario et de l'aspect situation.**

[12]. Le modèle produit est alors utilisé en entrée de l'infrastructure nommée LDI (*Learning Design Infrastructure*) développée historiquement sur la plateforme Zope/Python. Cette infrastructure est capable d'exécuter le scénario ; elle va permettre, par l'intermédiaire du scénario, d'organiser le contenu et l'appel aux différents services et fonctionnalités de la plateforme en fonction des interactions réalisées par les utilisateurs.

Dans le cadre de notre travail, nous souhaitons capitaliser les travaux existants et considérer le langage spécifique LDL comme l'élément agrégateur. Sur cette base, nous allons considérer l'extension de ce langage dans le but de prendre en compte la nature mobile de l'utilisateur et de développer le concept de situation interactionnelle.

## 2.2 Sensibilité au contexte, Situation Interactionnelle et Mobilité

Crowley et Al. [4] propose dans ses travaux une contribution dans la définition du contexte en *Interaction Homme-Machine*. Nous nous intéressons, pour notre part, à la notion de situation (en particulier interactionnelle). Sans entrer dans un débat sur le bon modèle de contexte, nous nous appuyons sur la définition suivante : la situation dans laquelle se trouve une (ou un ensemble de) entité recouvre l'ensemble des informations qui caractérise l'état de cette dernière et éventuellement le rôle ainsi que les relations (au sens de Crowley et Al.) qui existent entre elle et les autres entités. Il s'agit en partie d'informations directement observables et factuelles (les états), d'autres sont calculés (les relations et les rôles).

Du point de vue infrastructurel, Coutaz et Al. [3] définissent une infrastructure générique de système interactif sensible au contexte. Les auteurs identifient 4 couches d'abstraction qui sont : la capture des observables numériques (sensing), la transformation des données brutes en information symbolique (perception),

détection des contextes et des situations et enfin exploitation (nd : dans le scénario). De manière sous jacente à ce modèle, l'idée est de transformer de l'information brute en données exploitables. Les couches sont ainsi autant de transformations (de raffinements successifs) visant à donner du sens à ces données.

Nous nous sommes fixés comme objectif de travail l'identification de situation sur des données symboliques et l'exploitation de ces situations dans le scénario. Toute la complexité est de modéliser et de détecter les changements de contexte qui induiront des changements sur le déroulement des activités.

## 2.3 Ingénierie Dirigée par les Modèles

Un processus de scénarisation collaboratif doit prendre en compte de nombreuses préoccupations qui, à gros grains, sont organisationnelles, fonctionnelles, interactionnelles et techniques. Ces préoccupations sont couvertes par un ensemble de facettes (un méta-modèle couvrant une préoccupation) qui interviennent dans ce processus et, par conséquent, qui constituent notre système. En théorie, chaque facette du système peut être couverte par un méta-modèle que l'on peut assembler afin d'obtenir un méta-modèle du système cohérent et complet. En pratique, la notion implicite de décomposition facilite l'identification et l'expression des différentes facettes liées à la conception d'un tel système. Réalisée au travers une démarche de conception structurée, la construction d'un modèle conforme au méta-modèle est un processus itératif qui consiste à raffiner/transformer successivement le modèle dans le but d'obtenir un modèle du système complet, cohérent et manipulable par la plateforme. D'un point de vue théorique, l'IDM est un cadre agrégateur et unificateur propice pour rassembler et tisser de telles préoccupations hétérogènes (et parfois mouvantes) pour construire un système répondant à nos besoins. Du point de vue de l'opérationnalisation, l'IDM fournit un ensemble d'outils pour définir des méta-modèles, générer les éditeurs spécifiques correspondants ainsi qu'une panoplie d'outils dédiés à la

génération de code et aux transformations de modèle. Il est à noter que la plupart de ces outils trouvent aujourd'hui une convergence autour de la plateforme Eclipse [6].

### 3. OPERATIONNALISATION DES SITUATIONS INTERACTIONNELLES

Comme nous l'avons expliqué précédemment, nous souhaitons raisonner en terme de modélisation et de détection de situations interactionnelles lorsque l'utilisateur (ou un groupe) est mobile. Nous nous sommes concentrés, dans le cadre de cet article, à la localisation de l'utilisateur et plus généralement à la sensibilité à la localisation.

Bien que réductrice vis-à-vis de la problématique générale, cet axe reste un champ d'investigation complexe à appréhender. Comme le souligne C. Becker et A. Dix [1], la notion de contexte spatial peut être abordée sous divers angles en termes (i) de position relative (*où est garée la voiture ? à côté de la gare*) ; (ii) de zone englobante (*l'ensemble des imprimantes dans le bâtiment B*) ; (iii) de plus proche voisin ; (iv) de coordonnées géométriques (cartésiennes ou GPS) et (v) de coordonnées symboliques (un point d'accès Wifi). Dans ce cadre, nous considérons qu'une situation interactionnelle reflète l'état des objets ainsi que des **relations spatiales** (et uniquement) entre ces objets. La détection de situation revient à évaluer cet état basé sur ces informations. Pour faire cela, nous avons utilisé certains outils proposés par le courant de l'IDM dans le but de modéliser ce nouvel aspect et de décrire le concept de situation interactionnelle. En complément, pour la partie dynamique, c'est-à-dire la détection de situation et leur exploitation, nous avons utilisé la aussi des outils issus des recherches dans ce domaine qui nous offrent le moyen de détecter ces situations à très haut niveau d'abstraction (détection de situation et exploitation).

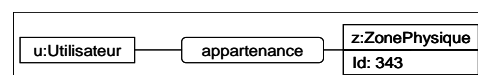
Dans la logique de décomposition en facettes, nous avons fait le choix de définir les concepts relatifs à la mobilité et aux situations interactionnelles sous la forme de Langages Spécifique de Domaines (DSL) indépendants. La Figure 1 montre cette décomposition. Nous avons dans un premier temps le méta-modèle des ressources d'interaction (physique ; boîte jaune). Ce méta-modèle spécialise le méta-modèle générique de ressources du langage de scénario LDL. Cette spécialisation est marquée par un lien de correspondance entre concepts (*mapping1*). Cette facette inclut les concepts d'utilisateur ou d'objet physique localisables dans le monde réel. Elle couvre aussi le concept de zone spatiale. Le concept d'utilisateur est lié par un mapping au concept d'acteur (*mapping2*) dans le méta-modèle simplifié LDL.

Si l'on se positionne sur la facette relative au contexte (boîte grise ; Figure 1), l'évaluation d'une situation interactionnelle dépend est de l'état des objets et de l'évaluation de la « relation » entre ces objets. Ce dernier mécanisme fonctionne dans une logique proche du patron *observateur-observé* où la relation est un *observateur* et les entités sont des *observés* (car mesurables) passés en paramètres de l'*observateur*. Ces entités sont dans l'absolue tous les objets disponibles dans l'environnement. Ainsi, les observables sont définis, de manière générique en terme de classe et d'association. Dans ce cadre, la relation réalise une évaluation des relations spatiales entre les entités.

Nous avons défini un panel de relations « type » tels que l'*appartenance* d'un objet à une zone, la *proximité physique* entre

deux objets ou la *co-localisation* d'un groupe dans une zone. De manière additionnelle, le concept de *propriété* fait référence à un ensemble de variables internes à la relation. Une utilisation possible est, par exemple, la définition d'une précision relative à la mesure réalisée par un dispositif tel qu'un GPS. Une autre utilisation est, d'autre part, le mode de localisation (position absolue, plus proche voisin, etc.). Par ailleurs et du point de vue de l'exploitation, nous considérons qu'une situation, par l'intermédiaire de l'évaluation de sa relation, peut influencer le déroulement d'une séquence d'activités. Ainsi, la relation prend lieu et place dans l'expression conditionnelle tel un nouvel opérateur n-aire (*mapping3*) en complément des opérateurs booléens binaires classiques (et, ou, implication, etc.). Lorsqu'une nouvelle situation est détectée, nous avons la possibilité de déclencher de nouvelles activités ou à l'inverse en arrêter d'autres en cours d'exécution. Ce lien est important car il introduit dans le langage LDL une nouveauté.

Du point de vue de l'implantation et de l'IDM, nous avons développé un simulateur de détection de situation basé sur la technologie EMF (Eclipse Modeling Framework) [2]. Nous avons dans un premier temps défini le méta-modèle (XML/XMI) sur la base d'EMF, une implémentation conforme à la MOF (Meta Object Facility) [10] puis généré l'implantation Java conforme. Après avoir complété la sémantique du concept de « relation » (fonction d'évaluation), nous avons ensuite généré avec EMF l'éditeur spécifique correspondant. Ces types d'outils ainsi que la démarche permettent de garantir la consistance et la cohérence entre le modèle et son implantation. Ainsi, toute modification du méta-modèle entraîne une mise à jour du code Java et inversement. Techniquement, nous sommes capables d'observer une situation et d'interpréter l'état des entités et des relations spatiales entre les entités par l'application de requêtes sur les données. Dans l'esprit du standard MOF/QVT (Query, View, Transformation) [10], nous avons utilisé dans le cadre de notre simulation un outil complémentaire à EMF : EMFT/OCL [7]. Cet outil permet de réaliser des requêtes OCL (Object Constraint Language) sur un modèle EMF (requêtes, vérification de contraintes mais aussi appel de méthodes défini dans l'implémentation Java du modèle).



**Evaluating:**

```

self.observables -> select(
    u.ocIsKindOf(Utilisateur)
    and z.ocIsKindOf(ZonePhysique)
    and z.id=343
    and self.appartenance(u,z))
  
```

**Results:**

Utilisateur Cyril  
Utilisateur Yann

**Figure 2: Requête OCL pour la détection de situation**

La Figure 2 montre une portion de code OCL que nous utilisons pour réaliser une requête directement sur le modèle. Dans cet exemple, nous avons défini du point de vue du modèle un ensemble de zones géographiques ainsi que des objets et des utilisateurs. Ce code OCL s'intéresse, parmi les entités existantes, à deux observables particuliers : l'utilisateur et la zone. Ces entités sont une spécialisation du concept de ressource d'interaction. Ainsi, la ressource d'interaction « u » doit dans la requête être du type « utilisateur » (ocIsKindOf) ; il en va de

même pour la ressource d'interaction « z » qui doit être du type correspondant « zonePhysique » (oclIsKindOf). Le but de la requête est d'identifier les utilisateurs qui sont localisés dans la zone ayant l'identifiant 343. Dans ce cas précis, l'évaluation de la requête retourne deux utilisateurs Cyril et Yann. L'évaluation n'est possible que par l'appel à la relation « appartenance » prenant en paramètres un utilisateur et une zone.

#### 4. DISCUSSION

Dans un premier temps et d'un point de vue de la conception, un bénéfice concret de l'IDM est d'offrir les moyens de modéliser le système interactif et de le décrire comme l'expression et la combinaison de plusieurs facettes couvrant, pour chacune d'entre elles, une préoccupation distincte. En particulier, dans le contexte de l'informatique mobile, nous sommes capables de séparer le concept d'activité du concept de situation, ou plus généralement le modèle de contexte tel que défini par Tazari [13] ou Kofod-Petersen [8]. Bien que le gain en terme d'opérationnalisation soit ici faible (peu de facettes), cette décomposition nous aura permis de mieux cibler nos besoins, faire le lien avec LDL et les exprimer sans toutefois dénaturer le langage LDL.

Du point de vue de l'implantation, nous avons utilisé un certain nombre d'outils pour réaliser la transition entre la conception et l'implantation. Aussi, suite à cette implantation, nous pouvons faire les observations suivantes. D'abord du point de vue du passage à l'implantation, nous avons mis en œuvre des outils d'Ingénierie Dirigée par les Modèles qui assurent un lien fort et une cohérence entre méta-modèle, modèle et son implantation en Java. En effet, comme nous pouvons le constater, l'environnement EMF/Eclipse propose (i) des outils qui assurent une transformation réversible cohérente entre la vue méta-modèle et le code, estompant ainsi la barrière entre espaces de technologies; (ii) des outils d'édition et de manipulation des concepts offrant un support à la production de modèle conformes au méta-modèle sans avoir à manipuler des formats XML ou XMI intermédiaires ; (iii) des outils pour l'introspection simultanée du code et du modèle, à travers OCL, qui nous ont permis de mettre en œuvre, à moindre coût, le concept de relation pour la détection de situation. Nous avons trouvé dans la technologie EMFT/OCL un outil offrant des primitives de haut niveau pour faire des requêtes (et à terme des transformations) sur le modèle et simuler son exécution. Dans ce cadre, ce type de technologie instrumente et facilite la détection de motifs (c'est-à-dire de situations) dans un modèle ainsi que leur exploitation,

Ainsi, cette approche basée sur la méta-description des concepts et leur opérationnalisation avec EMF est intéressante car elle rend de facto le système complètement observable ce qui est un point clé dans le cadre de la conception des systèmes interactifs sensibles au contexte.

#### 5. CONCLUSION

Cet article décrit notre approche pour intégrer la nature mobile de l'utilisateur dans le processus de description des activités collaboratives dans le cadre de l'évolution du langage LDL (et son infrastructure d'exécution). En particulier, nous avons montré comment les techniques et les outils développés dans le cadre de l'Ingénierie Dirigée par les Modèles sont intéressants pour la conception et le développement logiciel dédié à l'informatique mobile. Dans cette perspective, nous avons utilisé l'approche

IDM dans le but de modéliser le concept de situation interactionnelle dans le contexte où nous avons un utilisateur mobile. Nous avons par ailleurs fait le lien entre ce nouvel aspect et le langage de scénario existant. Nous avons enfin opérationnalisé cet aspect puis simulé son comportement à l'aide du langage OCL ; et ce, directement sur le modèle.

En progression, la prochaine étape sera le passage à l'échelle. Notre but va être d'améliorer puis d'intégrer ces aspects dans une infrastructure à base de services légers telle la plateforme OSGI [11] tout en garantissant une implantation robuste. L'enjeu à venir va être de traiter ces contraintes de manière dynamique tout en prenant en compte les difficultés techniques liées à l'observation du contexte dans un environnement où les utilisateurs sont multiples et collaborent tout en étant mobiles et où l'informatique est distribuée.

#### 6. REFERENCES

- [1] Becker C., Nicklas D., Where do Spatial Context-Models End and Where do Ontologies Start ? A Proposal of a Combined Approach, *proceedings of the first Workshop Advanced Context Modelling*, Ubicomp'04 conference, 2004.
- [2] Budinsky F., Ellersick R., Grose T. J., Merks E., Steinberg D., *Eclipse Modeling Framework (EMF)*, 2003, Addison Wesley.
- [3] Coutaz J., Crowley J., Dobson S., Garlan D., Context is Key, *Communication of the ACM (CACM)*, Volume 48, Issue 3, 2005, pp. 49-53, ACM Press.
- [4] Crowley J., Coutaz J., Rey G., Reignier P., Perceptual Components for Context-Aware Computing, *proceedings of the UBICOMP'02 conference*, 2002, pp. 117-134, Springer.
- [5] A. Dix, Rodden T., Davies N., Trevor J., Friday K., Palfreyman K., Exploiting Space and Location as a Design Framework for Interactive Mobile Systems, *ACM ToCHI*, volume 7, number 3, 2000, pp. 285-321, ACM Press.
- [6] Eclipse Community, Site : <http://www.eclipse.org>
- [7] Eclipse Modeling Framework Technologies (EMFT), [www.eclipse.org/emft](http://www.eclipse.org/emft).
- [8] Kofod-Petersen A., Aamodt A., Case-Based Situation Assessment in a Mobile Context-Aware System, *proceedings of the Artificial Intelligence in Mobile System AIMS'03 conference*, 2003, pp 41-49, Universität des Saarlandes.
- [9] Martel C., Vignollet L., Ferraris C., David J.P., Lejeune A., Modeling collaborative learning activities on e-learning platforms, *proceeding of the IEEE I-CALT'06 conference*, 2006.
- [10] *Object Management Group*; Spécifications QVT, MDA, MOF, OCL, UML, XMI, etc. available at [www.omg.org](http://www.omg.org).
- [11] OSGi Alliance, <http://www.osgi.org>
- [12] Paterno F., Mancini C., Meniconi S., "ConcurTaskTrees: A Diagrammatic Notation for Specifying Task Models", *Proceedings Interact'97*, pp.362-369, July'97, Sydney, Chapman&Hall.
- [13] Tazari M., Grimm M., Finke M., Modelling User Context, *proceeding of the HCI'03 conference*, 2003, volume 2, pp. 293-297, Springer.