
L'IDM passerelle entre IHM et planification pour la composition dynamique de systèmes interactifs

Yoann GABILLON - Gaëlle CALVARY - Humbert FIORINO

Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG) – Université Joseph Fourier
385, Rue de la Bibliothèque BP53, F-38041 Grenoble cedex 9
{yoann.gabillon, gaelle.calvary, humbert.fiorino}@imag.fr

RÉSUMÉ. Une Interface Homme-Machine (IHM) est le résultat de transformations souvent mentales, appliquées à une description abstraite de l'IHM, appelée modèle de tâches. Les transformations font des compromis entre le contexte d'usage courant (<Utilisateur, Plateforme, Environnement>) et les propriétés d'utilisabilité à satisfaire. En informatique ambiante, non seulement les ressources d'interaction arrivent et disparaissent, mais les objectifs utilisateur peuvent aussi émerger au fil du temps. En conséquence, l'hypothèse implicite d'un contexte d'usage fixe, connu à la conception, ne tient plus en ingénierie de l'Interaction Homme-Machine. Nos travaux explorent l'alliance de la planification automatique et de l'ingénierie de l'Interaction Homme-Machine pour la composition dynamique de systèmes interactifs conformes aux objectifs utilisateur du moment et compatibles du contexte d'usage courant. La planification se justifie par son aptitude à gérer la combinatoire et le partage de ressources. La passerelle entre les deux communautés, IHM et planification, est assurée par l'IDM. L'article montre comment l'alignement des domaines permet de pousser à une compréhension plus fine de chacun d'eux.

ABSTRACT. User Interfaces (UIs) are mostly produced along a mental forward engineering process consisting in step by step transforming abstract descriptions into more concrete ones. Transformations make trade-offs between the targeted context of use (<user, platform, environment>) and the usability properties that have to be ensured. In ubiquitous computing, neither the context of use nor the user's objectives can be finely envisioned at design time: they may opportunistically emerge with the arrival/departure of interaction resources and/or user's needs. As a result, there is a need for dynamically composing interactive systems. We explore automated planning for tackling the combinatory issue when sharing interaction resources among interactive systems. The gateway between HCI and planning is performed using MDE. Experience shows that MDE is powerful for better understanding domain knowledge and, as a result, improving domain specific languages.

MOTS-CLÉS: Composition dynamique, Contexte d'usage, IHM, Planification, Passerelle.

KEYWORDS: Dynamic composition, Context of use, UI, Planning, Gateway.

1. Introduction

Avec l'informatique ambiante, les besoins fonctionnels de l'utilisateur peuvent émerger opportunément tout comme peuvent varier ses exigences non fonctionnelles (par moments, il aspire à une charge de travail minimale ; à d'autres moments, il préfère une excellente protection contre les erreurs) ainsi que le contexte d'usage dans lequel il se trouve. Par contexte d'usage, on entend l'utilisateur (ses caractéristiques, compétences, préférences, etc.) ; sa plate-forme d'exécution (les capacités de calcul, de communication et ressources d'interaction disponibles en entrée/sortie - clavier, souris, microphone/écran, haut-parleur) ; l'environnement physique/social où a lieu l'interaction (niveaux lumineux, sonore, etc.) En informatique ambiante, l'utilisateur est mobile. Le contexte d'usage est, en conséquence, variable. La variabilité des exigences fonctionnelles et non fonctionnelles impose une profonde révision du savoir-faire en IHM.

Nos travaux portent sur la composition dynamique de systèmes interactifs. Nous explorons les techniques de planification automatique de tâches (ici appelées planification pour simplifier) pour des exigences fonctionnelles et non fonctionnelles spécifiées dynamiquement (manuellement par l'utilisateur et/ou perçues par le système). La planification produit des plans exécutables pour un objectif et un état du monde donnés. Le plan est un ordonnancement d'actions ou d'opérateurs (par exemple, déplacer un cube). Traditionnellement, la planification est appliquée en robotique. Elle est ici étudiée de façon originale à l'ingénierie des IHM.

L'article présente un premier prototype « en largeur » illustrant notre principe de composition dynamique (paragraphe 2). Dans ce prototype, l'IDM est exploitée comme passerelle entre les domaines IHM et planification. Nous montrons comment l'écriture des transformations force à une meilleure compréhension et formalisation de chaque domaine.

2. MAPPING, un premier prototype

Le cas d'étude est celui d'un chercheur (Bob) inscrit à une conférence. Bob arrive en retard à une session d'intérêt. Déçu, il reste dans le couloir, faute de place dans l'amphithéâtre. Il suit la présentation à distance grâce à un mur écran installé dans le couloir, mais au moment des questions, il aimerait se manifester. Il décide d'utiliser le système MAPPING (Models, Artificial Perception and Planning for Interactive systems Generation) pour pouvoir poser sa question au conférencier. Il spécifie son objectif "I want to ask questions" en langage naturel dans une fenêtre dédiée (Figure 1).

Le système MAPPING analyse l'objectif utilisateur grâce au moteur de bon sens ConceptNet (Liu *et al.*, 2004). Il établit alors un modèle des tâches incomplet, ici réduit au seul objectif utilisateur. Aucune procédure (i.e., façon d'accomplir la tâche pour atteindre l'objectif) ne lui est associée. Grâce à un annuaire de services stockant

des descriptions de systèmes interactifs en termes de tâche utilisateur offerte et de ressources d'interaction requises, MAPPING identifie deux procédures possibles pour atteindre le but : requérir à un outil de communication synchrone (par exemple, Messenger) ou asynchrone (par exemple, le courrier électronique) (Figure 1). Les deux plans sont proposés à l'utilisateur.



Figure 1. Spécification de l'objectif utilisateur en langage naturel. Obtention de deux plans selon le mode synchrone ou asynchrone de la question.

Pour pouvoir invoquer l'algorithme de planification (JSHOP dans ce premier prototype), une traduction de l'objectif utilisateur (ici décrit comme un modèle de tâches IHM) est nécessaire entre les domaines IHM et planification. Le processus est le suivant :

1. Spécification du problème dans le domaine IHM : l'objectif utilisateur est spécifié en termes d'intention (via ConceptNet, établissement d'un modèle de tâches partiel) ou d'état du monde à atteindre ; le contexte d'usage (énumération des ressources d'interaction disponibles). Les propriétés d'utilisabilité à satisfaire ne sont aujourd'hui pas spécifiées faute d'un référentiel exploitable par le système (critères, métriques et fonctions d'évaluation) ;
2. Réécriture du problème dans le domaine de la planification (Nau *et al.*, 2004) : le modèle des tâches est réécrit par transformation de modèles grâce à l'établissement de métamodèles explicites ; le contexte d'usage définit l'état du monde ;
3. Calcul de plans par JSHOP (Ilghami *et al.*, 2003) : le calcul s'appuie sur des fragments de modèles ou de code, entreposés dans un annuaire de services. Dans l'exemple, une IHM est préfabriquée pour chaque fragment de modèles de tâches capitalisé. JSHOP combine les fragments de modèles de tâches pour réaliser l'objectif utilisateur ainsi que leurs déploiements sur les ressources d'interaction. Chaque fragment de modèle de tâches est, pour ce faire, décoré du contexte d'usage requis ;
4. Réécriture des plans en IHM : obtention d'un graphe partiel de modèles contenant au moins le modèle des tâches et leur déploiement sur le contexte d'usage. Le déploiement est une mise en correspondance entre le modèle de tâches et le modèle du contexte d'usage ;
5. Transformation en IHM pour compléter le graphe dans le respect de l'ergonomie : factorisation, par exemple, des concepts pour éviter les

répétitions ; restructuration des tâches pour éviter des modèles trop plats (« en rateaux ») qui conduiraient à des IHM « timbres postes » se succédant au fil de l'interaction.

L'article se focalise sur l'étape 2 : l'IDM comme passerelle entre IHM et planification.

3. L'IDM passerelle entre IHM et planification

Les transformations entre IHM et planification sont fondées sur des métamodèles explicites : une (méta)modélisation des tâches utilisateur (Sottet *et al.*, 2006), du contexte d'usage (Florins, 2006) et de la planification. Le déploiement sur les ressources d'interaction étant un point clé de la composition (paragraphe 2), nous permettons dans le métamodèle de tâches la décoration (estampille) de tout élément (tâches, opérateurs entre tâches, décorations de tâches) par le contexte d'usage qu'il requiert (Figure 3).

- Le concept clé du métamodèle est le concept de « Task ». Ce concept représente l'objectif utilisateur (ex : poser une question) et la procédure qui lui est associée (une décomposition en sous-tâches par le biais d'opérateurs). Une tâche possède un nom, une catégorie (par exemple, tâche abstraite si elle est décomposée en sous-tâches de catégories hétérogènes, tâche mentale ou tâche d'interaction), un type (comparaison, édition, etc.) et un ensemble d'informations telles qu'une description, son caractère collaboratif, des éventuelles pré-conditions à satisfaire avant toute réalisation, etc.
- Les tâches sont liées entre elles par des opérateurs, donnant globalement lieu à un arbre des tâches. Le sommet est le concept de « TaskModel ». Les « opérateurs » peuvent être logiques (et, ou) ou temporels (séquence, entrelacement, etc.)
- Une tâche manipule des concepts (« Concept »). Ce sont les entités du domaine. Chaque concept a une certaine centralité dans la tâche. Cette information est déterminante pour la composition de l'IHM. Par exemple, un concept central devra être affiché de facto sans que l'utilisateur ait à naviguer (liens hypertextes, onglets, boutons, etc.) pour y accéder. Une navigation nuirait à l'ergonomie de l'IHM. Les exigences non fonctionnelles de l'utilisateur sont donc à considérer dans le choix de la transformation composant l'IHM.
- Les tâches peuvent être décorées (« Decoration »). Les décorations expriment classiquement la criticité d'une tâche (tâche irréversible), sa fréquence, son caractère itératif (la tâche peut être exécutée plusieurs fois par l'utilisateur) ou optionnel (tâche facultative). Des contraintes

temporelles peuvent être formulées (durée minimale, maximale et moyenne).

- Le concept de «Context Of Use» comporte des informations sur l'utilisateur, la plate-forme et l'environnement. Les éléments du modèle de tâches («Task», «Decoration», «Operator», «Concept») peuvent être estampillés du contexte d'usage qu'ils requièrent. Ainsi, peut-on spécifier que la tâche «poser une question» nécessite un ordinateur connecté à Internet, ou que cette tâche devient optionnelle sur PDA dès lors que l'utilisateur est au travail.

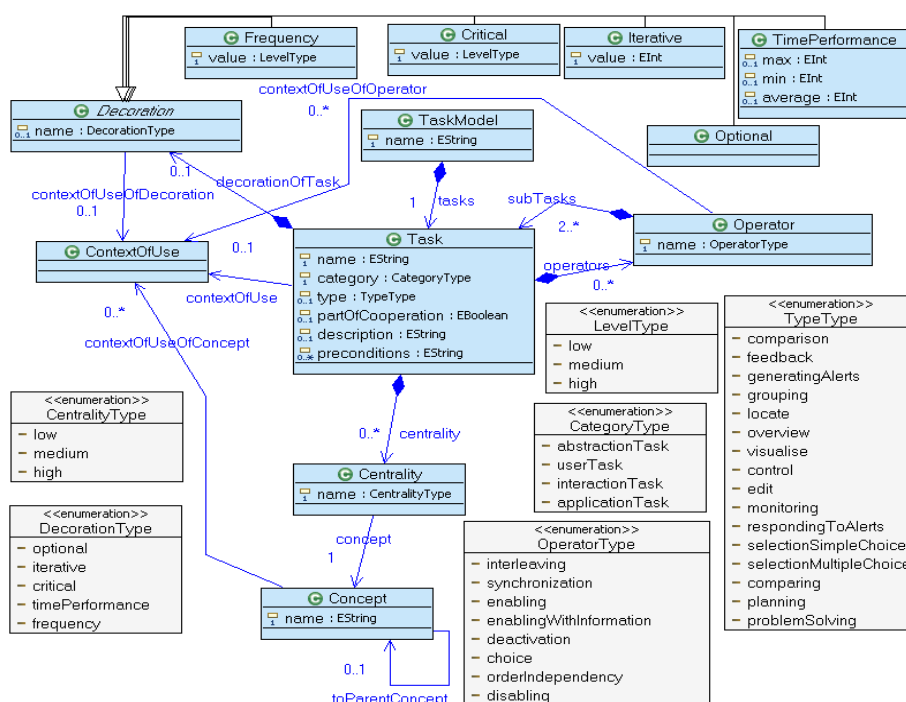


Figure 3. Notre métamodèle de tâches pour une prise en compte plus poussée du contexte d'usage.

L'écriture des règles de transformation (en ATL) entre IHM et planification montre que la correspondance est loin d'être immédiate :

1. Divergences terminologiques : la notion d'opérateur, par exemple, est un faux ami. En IHM, il dénote les relations logiques ou temporelles entre tâches. En planification, il s'apparente à un prédicat (par exemple, allumer(X) où X est une plate-forme) ;

2. Divergences sémantiques : l'opérateur OU, par exemple, en IHM est exclusif. Il signifie que l'utilisateur a le choix (par exemple, se déclarer présent ou absent à une conférence). En planification, c'est le système qui tranche entre les deux alternatives.
3. Absence de correspondants : c'est le cas, par exemple, de l'opérateur temporel « entrelacement » sans équivalent en planification où le seul opérateur temporel est la séquence. C'est également le cas de la décoration itération (l'utilisateur peut refaire la tâche) non considéré en planification.
4. Préoccupations différentes : dans son calcul, le planificateur connaît les tâches utilisateur abstraites mais ne les fournit pas en sortie. Il restitue une séquence d'actions physiques qui devront être structurées pour la composition d'une IHM ergonomique.

5. Conclusion et perspectives

L'article propose un parcours en largeur de nos objectifs et approche. Les premiers efforts d'alignement entre IHM et planification montrent que l'explicitation des métamodèles et leur mise en correspondance force à une meilleure compréhension et capitalisation de chaque domaine.

6. Remerciements

Nous remercions la Région Rhône-Alpes (ISLE/PRESENCE) pour son soutien.

7. Bibliographie

- Florins M., *Méthod for Designing Multiplatform Graphical User Interfaces*, Thèse de doctorat, Université catholique de Louvain, 2006.
- Ighami O., Nau D., *A general approach to synthesize problem-specific planners*, Technical report CS-TR-4597, UMIACS-TR-2004-40, University of Maryland, October 2003.
- Liu H., Singh P., « Focusing on ConceptNet's natural language knowledge representation », *Commonsense Reasoning in and over Natural Language Proceedings of the 8th International Conference on Knowledge-Based Intelligent Information & Engineering Systems (KES'2004)*, Wellington, New Zealand, September 22-24, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 2004.
- Nau D., Ghallab M., Traverso P., *Automated Planning: Theory and practice*, Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2004.
- Sottet JS., Calvary G., Favre JM., « Towards mapping and model transformation for consistency of Plastic User Interfaces », *Computer Human Interaction*, Workshop on The Many Faces of Consistency in Cross-platform Design, 2006.