

Infrastructure Logicielle pour Interfaces Homme-Machine Plastiques

Lionel Balme

CLIPS-IMAG

385, rue de la bibliothèque
BP53, 38041, Grenoble cedex 9, France
lionel.balme@imag.fr

RESUME

Cet article traite de l'étude d'une infrastructure logicielle pour interfaces homme-machine plastiques. Après avoir précisé le contexte et le sujet de l'étude, les premiers résultats sont présentés.

MOTS CLES : Plasticité, infrastructure logicielle, décomposition fonctionnelle.

ABSTRACT

This paper describes a thesis subject about a software infrastructure to run plastic user interfaces. First, the context and the aim of the study are precised. Then, first results are presented.

KEYWORDS: Plasticity, software infrastructure, functional decomposition.

INTRODUCTION

Mon sujet de thèse concerne la plasticité des interfaces homme-machine des systèmes interactifs. Un système interactif est un assemblage de matériels et de logiciels susceptibles de fournir un ensemble cohérent de services sous le contrôle explicite d'utilisateurs. Par référence à la propriété de plasticité des matériaux qui se déforment sans se rompre, un système interactif est plastique lorsqu'il est capable de s'adapter à la diversité des contextes d'interaction¹ tout en préservant son utilisabilité [9].

Cette propriété se justifie par le fait que les progrès réalisés dans les technologies des ordinateurs, des réseaux sans fil et des capteurs permettent à l'individu de créer et de modifier lui-même son espace d'interaction. Ainsi, par exemple, la plate-forme matérielle sur laquelle s'exécute un système interactif peut-être constituées dynamiquement et de manière opportuniste par l'utilisateur au grès des ressources disponibles à l'endroit où il se trouve.

Ces nouvelles possibilités, offertes par l'informatique diffuse, induisent que les IHM ne sont plus confinées à une station de travail. Elles peuvent désormais être distribuées sur plusieurs dispositifs, migrer de l'un à l'autre

¹ Le contexte d'interaction se définit par le triplet constitué de la plate-forme, de l'environnement physique et de l'utilisateur.

et s'adapter dynamiquement au nouveau contexte de l'interaction. Elles deviennent plastiques.

Le cadre de référence CAMELEON, issu des travaux de [9], distingue de manière explicite le développement d'IHM plastiques de leur exploitation. Si les principes des phases amont y sont bien détaillés, peu de choses sont dites sur l'exploitation. Mon travail consiste à donner corps à ces phases en aval.

MOTIVATION

La phase d'exploitation d'un système interactif plastique, c'est à dire son exécution, pose plusieurs problèmes.

L'adaptation à la diversité des plates-formes dépasse le problème de la portabilité des logiciels telle que l'entend l'approche par machine virtuelle façon JVM. L'expérience montre que l'IHM d'un système ne peut être identique pour un téléphone portable, un calculateur de poche et une station de travail : les différences de ressources d'interaction, par exemple la variabilité de la taille de l'écran, voire l'absence de dispositif d'entrée comme le clavier, impliquent parfois un profond remodelage de l'IHM.

L'adaptation à la diversité des environnements d'interaction ajoute à la complexité de la diversité des plates-formes. Avec la miniaturisation, l'autonomie des batteries, et les progrès de la communication sans fil et des capteurs de toutes sortes, l'accès aux ressources de calcul devient possible en tout lieu et à toute heure. Il en résulte des environnements d'interaction extrêmement diversifiés où les frontières entre milieux familial et professionnel, privé et public, s'estompent.

La diversité des plates-formes et des environnements d'interaction engendre potentiellement une infinité de situations d'exécution. Il est alors impossible, pour un développeur de système interactif, de toutes les prévoir lors des phases de conception du logiciel.

Si l'ensemble des situations n'est pas prévisible lors du processus de conception, certaines d'entre elles sont néanmoins identifiables à ce stade. Pour ces situations d'exécution identifiées à l'avance, un système interactif plastique peut embarquer en son sein des mécanismes d'adaptation capable de les prendre en compte. Les mécanismes d'adaptation embarqués définissent le domaine

de plasticité du système interactif, c'est à dire sa capacité à s'adapter aux situations rencontrées.

Si une situation d'exécution rencontrée ne fait pas partie du domaine de plasticité du système interactif, celui-ci ne peut pas s'adapter seul. Il doit alors pouvoir se reposer sur des mécanismes extérieurs pour l'être, en fonction des ressources matérielles et logicielles disponibles et de la configuration de l'environnement physique de l'interaction.

OBJECTIFS

L'objectif général de cette thèse est de concevoir une infrastructure logicielle qui sous-tend l'exécution d'interfaces homme-machine plastiques. Une infrastructure logicielle s'entend ici comme un ensemble cohérent de services et de mécanismes généraux utiles à l'exécution de toute IHM plastique. A ce titre, cette infrastructure s'apparente à un intergiciel.

Afin de construire une infrastructure qui soit adaptée aux besoins humains, il convient au préalable d'identifier les propriétés et services généraux attendus par les utilisateurs vis-à-vis de la plasticité. Ce premier objectif atteint, je serai en mesure de proposer une taxonomie des systèmes interactifs plastiques. A son tour, cette taxonomie permettra d'analyser l'état de l'art et d'en identifier les lacunes.

Si les premiers objectifs sont centrés utilisateur (identification de propriétés, élaboration d'une taxonomie et analyse de l'état de l'art des IHM plastiques existantes), les objectifs suivants sont orientés système. Dans cette étape, l'objectif est de traduire les requis utilisateur en leur équivalent système. En regard de ces requis système, je propose comme dernier objectif, une architecture logicielle conceptuelle ainsi que des mécanismes génériques pour la mise en œuvre d'interfaces homme-machine plastiques.

L'intérêt essentiel de ce travail est d'obtenir des résultats réutilisables qui respectent le principe de la séparation fonctionnelle. En interaction homme-machine, cette séparation est appliquée de la manière suivante : Le noyau fonctionnel (l'ensemble des services du système) est un composant distinct de l'IHM. L'IHM se décompose en composants de niveaux d'abstraction distincts en sorte de favoriser la modifiabilité. Mes mécanismes et architecture doivent suivre ce même principe de décomposition, déjà éprouvé dans le domaine de l'IHM.

APPROCHE

L'approche adoptée reprend la trame de mes objectifs centrés sur l'utilisateur : des requis utilisateur, identification des requis système et de là, conception d'une architecture conceptuelle² en accord avec ces requis. Puis, mise en œuvre, évaluation et révision.

² Par opposition à une architecture implémentative qui désigne un ensemble organisé de composants programmés exécutables [3].

Pour la solution technique, j'opte pour une approche centrée architecture que motivent les requis des systèmes répartis auto-adaptables et dynamiquement configurables (Nous avons vu en introduction que les IHM non seulement se remodelent, mais aussi peuvent migrer et se distribuer.) L'Interaction Homme-Machine, pour sa part, dispose de modèles d'architecture de référence [7]. Je retiens le modèle ARCH pour sa puissance conceptuelle et l'étendue de son application [2]. La recherche en plasticité des IHM propose, pour sa part, un cadre de référence orienté modèle [6].

PREMIERS RESULTATS

Les premiers résultats obtenus dans le cadre de ce travail sont de nature théorique et pratique. Sur le plan théorique, l'identification des requis utilisateur m'ont permis de caractériser précisément l'espace problème. De cet espace problème, j'ai déduis des requis système qui m'ont permis ensuite d'élaborer une architecture conceptuelle. Enfin, sur le plan pratique, une première implémentation de cette architecture est en cours de développement.

Espace problème

L'identification des requis utilisateur pour la plasticité fait apparaître un ensemble de propriétés orthogonales au domaine de l'application. Par nature ces propriétés sont génériques et ont vocation à être toutes ou parties présentes dans un système interactif plastique quel qu'il soit. Elles constituent des propriétés caractéristiques d'un système interactif plastique tel que le perçoit l'utilisateur.

La présence d'un sous-ensemble des ces propriétés dans une IHM peut permettre d'en évaluer le domaine de plasticité.

Ces propriétés s'organisent autour de dix axes. Faute de place ici, je ne détaillerai que sommairement ces axes. Une description plus précise de ceux-ci est disponible dans [5].

Le premier axe caractérise le type de la plate-forme. La plate-forme est l'ensemble des ressources matérielles et logicielles sur lequel s'exécute le système interactif. Elle peut être élémentaire ou une composition homogène ou hétérogène de plates-formes élémentaires [4].

Le deuxième axe concerne la sensibilité au contexte d'interaction. Je caractérise ici les différents canaux susceptibles de déclencher une adaptation du système interactif.

Quatre axes caractérisent les différentes facettes d'une adaptation. Ces axes permette d'exprimer les techniques d'adaptations employées par le système interactif, l'initiateur de l'adaptation, le grain de reprise (par exemple, est-ce que l'adaptation peut avoir lieu à la volée, ou doit elle s'effectuer entre deux sessions d'utilisation ?) et la précision de l'état de reprise (par exemple, est-ce que des données ou leur représentation ont été perdues ou dégradées lors de l'adaptation).

Les trois axes suivants caractérisent l'IHM elle-même. Ces axes permettent de décrire le type de l'IHM (est-elle distribuée, centralisée, mono ou multi modale ?), les types d'IHM de transitions employées et les types de migration possibles.

Enfin, un dernier axe décrit les différentes contraintes temporelles qui pourrait être associées à l'adaptation, notamment la latence du système.

Ces dix axes de caractérisation des systèmes interactifs plastiques constituent un outil nécessaire pour réaliser une revue critique comparative de l'état de l'art des techniques de mise en œuvre des IHM dynamiquement adaptables au contexte d'interaction.

Architecture conceptuelle

L'espace problème ainsi définit implique que, du point de vue logiciel, un système interactif plastique soit auto-reconfigurable et distribué sur un ensemble hétérogène de ressources d'interaction. Au cours de l'exécution, la composition de cet ensemble est susceptible d'être modifiée, ainsi que les conditions environnementales dans lesquelles se déroule l'interaction.

La littérature des systèmes autoreconfigurables montre qu'une approche par composants réflexifs et introspectifs semble la plus adaptée à notre problème.

[8] identifie deux classes de systèmes autoreconfigurables : les systèmes à reconfiguration interne (close-adaptive) et les systèmes à reconfiguration externe (open-adaptive). Une reconfiguration interne suppose qu'un composant embarque toutes les données et le code nécessaires pour s'adapter. Une reconfiguration externe fait l'hypothèse qu'un mécanisme extérieur au compo-

sant est en charge de mettre en œuvre l'adaptation.

En ce qui nous concerne, les deux approches sont complémentaires. En effet, un composant est caractérisé par un domaine de plasticité, c'est-à-dire un ensemble de variations du contexte qu'il est capable de gérer par lui-même. Si la variation du contexte sort de ce domaine, alors un mécanisme externe, qui embarque une vision plus globale du système est nécessaire pour mettre en œuvre l'adaptation. Ainsi, les notions d'introspection et de réflexivité doivent être présentes à deux niveaux : au niveau des composants, pour leur permettre de gérer leur domaine de plasticité, et au niveau de l'infrastructure générale, pour permettre une adaptation plus complexe. L'infrastructure d'exécution proposée (figure 1) est présentée en détail dans [1]. Je n'en présente ici qu'une vue d'ensemble.

Cette infrastructure se décompose en trois couches. Celle de bas niveau concerne la plate-forme d'exécution. La couche intermédiaire constitue l'intergiciel en charge de la plasticité. A ce niveau, on trouve des mécanismes dédiés à la détection du contexte, un gestionnaire de plate-forme et des boîtes à outils d'interacteurs.

La partie innovante de cet intergiciel est constitué du gestionnaire de reconfiguration externe chargé d'adapter les systèmes interactifs en cours d'exécution quand ceux-ci ne peuvent plus le faire eux-même. Ce gestionnaire est composé de trois modules principaux : Un identificateur de situation qui fait la synthèse des informations issues du système interactif, de l'utilisateur, de la plate-forme et de l'environnement physique. Il détecte les changements de situation et notifie un moteur

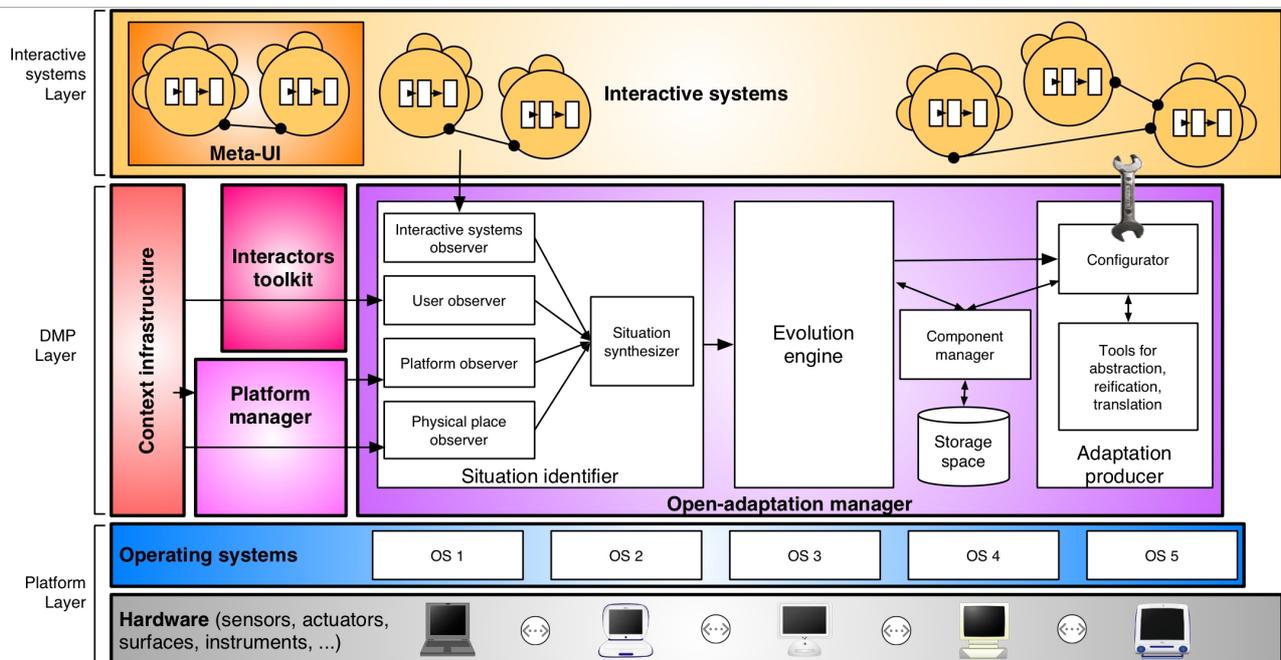


Figure 1 : Architecture conceptuelle pour l'exécution des systèmes interactifs plastiques. Les éléments en forme de fleur, , représentent des composants à reconfiguration externe. Les miniatures en forme de gestionnaire d'adaptation, , représentent les composants capables de reconfiguration interne. Les flèches dénotent des flux d'information, les traits des liens bidirectionnels.

d'évolution. Celui-ci calcule une solution d'adaptation et la propose au producteur de l'adaptation. Celui-ci est chargé de la mettre en œuvre.

La couche supérieure est celle des systèmes interactifs en cours d'exécution. L'un d'eux, particulier, est appelé Méta-IHM. Il regroupe des éléments comme les interfaces de transition, chargées de rendre observable à l'utilisateur chaque adaptation du système, et les éléments d'IHM des composants de l'intergiciel en charge de la plasticité.

CONCLUSION

L'état de l'art des systèmes interactifs plastiques fait apparaître un manque de modèles et d'outils pour supporter les phases d'exécution de ces systèmes. Mon travail consiste à concevoir une infrastructure pour supporter l'exécution de systèmes interactifs plastiques. Pour cela, mon approche a été de proposer une définition précise de l'espace problème, d'identifier des requis systèmes à partir de cet espace problème, pour ensuite proposer une architecture conceptuelle d'une infrastructure d'exécution.

Il reste maintenant à éprouver cette architecture conceptuelle en fournissant un exemple d'implémentation. Actuellement, dans le cadre du projet européen CAMELEON, une implémentation de l'infrastructure proposée est en cours de réalisation. Elle permettra de supporter des applications web comme des applications dites classiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. Balme L., Demeure A., Barralon N., Coutaz J., Calvary G., CAMELEON-RT : A Software Architecture Reference Model for Distributed, Migratable and Plastic User Interfaces, à paraître dans les actes de EUSAI 2004.
2. Bass L., Little R., Pellegrino R., Reed S., Seacord R., Sheppard S., The Arch Model : Seeheim Revisited (version 1.0). The UIMS Tool Developers Workshop (Avril 1991). in ACM SIGCHI Bulletin Vol.24, No 1, Janvier 1992.
3. Bass L., Clements P., Kazman R., *Software Architecture in Practice*. Addison Wesley Publ., ISBN 0-201-19930-0 (1998).
4. Calvary G., Bouillon L., Paternò et al. The CAMELEON Reference Framework, Deliverable D1.1, Décembre 2002.
5. Coutaz J., Balme L., Barralon N., Calvary G., Demeure A., Lachenal C., Rey G., Bandelloni, R., Paternò, F. The CAMELEON Reference Framework, Deliverable D2.2, September 2003.
6. Calvary G., Coutaz J., Thevenin D., Supporting Context Changes for Plastic User Interfaces: a Process and a Mechanism, in *Proc. HCI-IHM 2001*, A. Blandford, J. Vanderdonck, P. Gray Eds., BCS conference series, Springer Publ., pp. 349-363.
7. Coutaz J., Architectural Design for User Interfaces; *The Encyclopedia of Software Engineering*, J. Marciniak Ed., Wiley & Sons Publ., seconde édition, 2001.
8. Oreizy P., Taylor et al, An Architecture-Based Approach to Self-Adaptive Software. In IEEE Intelligent Systems. Pp. 54-62, May-June, 1999.
9. Thevenin D., Adaptation en Interaction Homme-Machine: Cas de la plasticité. Thèse de doctorat de l'université Joseph Fourier, Grenoble, 2001.