

Résumé

Dans le domaine du génie logiciel pour les Interactions Homme Machine (IHM), la migration des interfaces utilisateurs (UI) est un moyen pour réutiliser des applications sur des plateformes ayant des modalités d'interactions différentes des environnements de départ. Les approches existantes de migration des UI sont manuelles dans le cadre des approches spécifiques, elles sont automatiques dans le cadre des services d'adaptation des UI aux contextes d'usage, ou elles sont semi automatiques dans le cadre d'une migration flexible dirigée par un concepteur.

Dans cette thèse nous nous intéressons à la migration semi automatique des UI vers une cible comme une table interactive dans l'objectif de transformer des UI Desktop en UI qui favorisent la collaboration et l'utilisation des objets tangibles. Les tables interactives sont des plateformes qui disposent des instruments d'interactions permettant de décrire des UI tangibles et multi-utilisateurs. En considérant que le noyau fonctionnel (NF) des applications de départ peut être réutilisés sur les cibles sans changement, les UI des applications sont caractérisées par la dimension des dialogues entre les utilisateurs et le système, la dimension de la structure et du positionnement des éléments graphiques et la dimension du style des éléments visuels. La migration d'une UI dans ces conditions consiste à transformer ou à recréer les différentes dimensions d'une UI de départ pour la cible tout en considérant les critères de conception des UI pour les tables interactives.

Nous proposons dans cette thèse un modèle d'interactions abstraites pour établir les équivalences entre les dialogues et la structure des UI indépendamment des modalités d'interactions des plateformes source et cible. Les primitives d'interactions et la structure des composants graphiques permettent de décrire des opérateurs d'équivalences pour retrouver et classer les éléments graphiques équivalents en prenant en compte les guidelines des tables interactives. Nous proposons aussi des règles de substitution et de concrétisation pour accroître l'accessibilité des éléments graphiques et favoriser l'utilisation des objets tangibles.

Mots clés : migration des interfaces utilisateurs, équivalences des plateformes, modalités d'interactions, critères de conception, guidelines

Abstract

In software engineering, in the field of human computer interaction (HCI), the migration of user interface (UI) is a way to reuse existing applications on platforms with different interactions modalities. The existing approaches for UI migration can be manual (for specific applications), they can be automatic (for services which adapt UI based on context aware), or they can be mix of the previous - semi automatic (providing a flexible migration process driven by the person in charge).

This thesis proposes a semi automatic process for migration of UI from a

desktop to interactive table for the purpose of transforming the UI of desktop to support further collaboration and usage of tangible objects. The interactive tables are platforms with interactions instruments which allow the description of tangible and multi users UIs. Considering that the functional core (FC) of source applications can be reused on target platform without transformation, any UI can be characterized with three dimensions : the first dimension concerns the dialogues between the users and the system, the second dimension concerns the structure and the layout of graphical components, and the third dimension concerns the visual style of graphical elements. In this context, the problematic regarding the UI migration is how to transform or re inject these different dimensions of source UI into the target, while considering the UI design criteria for interactive tables.

This thesis proposes an abstract interactions model for establishing equivalences (independent of modalities of interactions) between the source and the dialogue and structure of the target. The primitives of interaction and the structure of graphical components are used to describe equivalence operators to find and to rank equivalent elements on interactive tables. Furthermore, this thesis proposes substitution and concretization rules to increase the accessibility of graphical elements and to facilitate the usage of tangible objects. The ranking process and the transformation rules are based on guidelines for UI migration to interactive tables which are interpreted from design criteria.

Keywords : user interface migration, equivalence of platform, design criteria, guidelines ScÃnario de migration assistÃe vers une table interactive

Contexte

Le nombre grandissant de plateformes et surtout la très grandes variétés de dispositifs d’interactions dont ils disposent telles que les smartphones, les tablettes, les terminaux tactiles ou les tables interactives ont généralisé l’usage des applications ayant des modalités d’interactions [?] beaucoup plus sophistiquées qu’une simple utilisation du clavier et de la souris. Les tables interactives par exemple offrent la possibilité de mettre en œuvre des applications réellement multi-utilisateurs mêlant interactions tactiles et objets tangibles ¹ sur une surface de prêt de 1 mètre carré.

Le domaine du génie logiciel pour les Interactions Homme Machine (IHM) propose plusieurs approches pour la conception d’une application. En particulier la tendance actuelle est de concevoir les Interfaces Utilisateurs (UI) selon les modèles du Framework de Référence Cameleon (CRF) [?] qui identifie différents niveau d’interaction. De la plus abstraite ou indépendante des dispositifs d’interactions disponibles sur la plateforme vers un niveau concret. Ceci permettant la mise en œuvre de l’UI selon la modalité d’interaction souhaitée et

¹Les interfaces utilisateurs tangibles (TUI) permettent à une application de pouvoir interagir avec des objets physiques directement manipulable par les utilisateurs [?]. Les objets tangibles sont ceux pouvant être manipulés par une interface utilisateur tangible

disponible sur la plateforme cible. Si l'interface utilisateur d'une application est construite selon cette approche, alors la migration de cette dernière vers des terminaux ayant des modalités différentes est abordé partiellement par [?]. Notre travail aborde la possibilité de faire migrer entre plateformes ayant des modalités d'interactions différentes des applications qui n'ont pas été conçues selon les modèles du framework de référence (CRF).

La migration des UI est une activité de génie logiciel qui implique la transformation des différents aspects qui constituent une UI existante tels que les interactions (ou le dialogue entre l'utilisateur et le système) qu'il faut nécessairement préserver pour que l'utilisateur puisse toujours accomplir les mêmes tâches, les structures (organisations et types de données des éléments graphiques), le positionnement et les styles des composants graphiques qui doivent être adaptés pour être conformes aux spécificités de la plateforme cible et toujours satisfaire les utilisateurs finaux dans les choix de configuration qui ont pu être fait sur la source.

Au delà des problèmes liés à des différences possibles entre les environnements d'exécution des plateformes source et cible [?] qui nécessite le portage du code, les différences des modalités d'interactions entre la source et la cible impliquent nécessairement la prise en compte des critères usuels de conception des UI. La transformation de l'UI de départ doit être guidée non seulement par les critères ergonomiques de conception mais aussi par les dispositifs d'interactions disponible sur la plateforme cible qu'il peut être intéressant d'utiliser.

Évidemment, en complément de la volonté de rendre disponible des dispositifs d'interactions nouveaux, peut-être plus intuitifs, les critères ergonomiques de conception constituent un ensemble de principes à respecter pendant la mise en œuvre. Ils permettent de garantir l'utilisabilité d'une UI. Par exemple, l'utilisation d'une application pour desktop sur une table interactive sans aucune adaptation pose des problèmes d'utilisabilité, car la simulation du clavier et de la souris n'est pas le meilleur mode d'interaction en terme d'utilisabilité. Si l'application le permet, on peut même imaginer une utilisation multi-utilisateurs avec une nouvelle UI à déduire de l'UI d'origine.

Enjeux de la migration

Dans le cadre de la migration des applications pour desktops vers les tables interactives par exemple, nous notons que les dialogues, la structure et le positionnement des éléments des UI doivent prendre en compte l'éventualité d'avoir plusieurs utilisateurs mais surtout la possibilité d'utiliser des objets tangibles. Travailler sur ces deux exemples va nous permettre d'avoir une réelle évolutivité des UI entre le terminal source et le terminal cible et permet de favoriser la collaboration dans un espace de travail co-localisé et multi-utilisateurs offert par la table interactive et donc de l'utiliser pleinement.

Nous faisons l'hypothèse que le cœur de l'application peut être migré sans modification et qu'il ne faut agir qu'au niveau de l'UI qu'il faut bien évidemment faire migrer. Cette migration, d'un terminal source vers un terminal cible donnée

doit permettre de conserver dans la mesure du possible les dialogues, la structure et les positionnements relatifs des éléments de l'interface, le respect du style des éléments graphiques des UI de la source mais bien évidemment proposer une adaptation pour utiliser au mieux, sans perdre les utilisateurs, les nouveaux moyens d'interaction mis à la disposition des utilisateurs.

La transformation des dialogues d'une UI desktop vers une cible collaborative peut-elle garantir à chaque utilisateur des interactions qui favorisent la collaboration? De nombreux éléments sont à prendre en compte. En effet, chaque dialogue ou message d'erreur ne doit pas perturber les activités des autres utilisateurs; par exemple les ?feedbacks? ou les messages d'erreurs destinés à un utilisateur ne doivent pas bloquer un autre utilisateur si une réponse est attendue. Par ailleurs la transformation des dialogues peut-elle assurer que chaque dialogue reste cohérent avec l'intention et les actions des utilisateurs ? Par exemple la modification d'une valeur par deux utilisateurs distincts peut les perturber. Il faut en effet décider si le résultat est la somme des deux modifications, la moyenne, le min ou le max. Évidemment le contexte et la nature de la valeur peuvent guider sur le choix à effectuer.

La transformation des dialogues sur les UI et les fonctionnalités de l'application source peuvent provoquer de nombreux changements? En effet, la transformation des dialogues des UI desktops pour les tables interactives peuvent par exemple impliquer des modifications pour prendre en compte la présence de plusieurs utilisateurs ou d'objets tangibles.

La transformation de la structure et du positionnement des éléments d'une UI pour desktop vers une table interactive consiste à assurer l'accessibilité aux différents utilisateurs des éléments graphiques pertinents ². Par ailleurs la transformation des aspects structurels d'une UI doit elle aussi préserver au mieux l'utilisabilité de l'UI. En effet les solutions de transformations proposées doivent produire des UI conformes aux spécificités de la plateforme cible et satisfaisantes pour les utilisateurs finaux.

Pour terminer, la transformation du style a nécessairement un impact sur la collaboration ou sur l'utilisation des objets tangibles. Généralement, chaque application adopte une charte graphique qu'il faut soit respecter, soit rénover.

Les questions soulevées par les transformations des différents aspects des UI lors d'une migration sont usuellement traitées de différentes manières. En premier lieu, il est possible d'adopter une approche manuelle [?]. Celle-ci permet d'avoir, au prix d'un travail minutieux, une UI conforme aux attentes des utilisateurs finaux car les transformations sont flexibles et donc la qualité de l'UI produite dépend directement des compétences de celui qui effectue la migration manuelle. Mais cette approche est difficilement réutilisable, à moins de la consigner dans un document, que ce soit pour d'autres applications ou pour d'autres personnes car elle nécessite une bonne connaissance des critères de transformation des différents aspects et des technologies des UI des plateformes source et cible.

Il est aussi possible d'adopter une approche automatique basée ou non sur

²Un menu par exemple

des modèles abstraits [?] [?] qui permet une transformation des différents aspects des UI. Bien que ces approches automatiques soient réutilisables, elles sont nécessairement moins flexibles car le concepteur qui ne peut pas intervenir pendant la transformation, adapte l'UI produite dans un second temps.

Entre ces deux approches, il est aussi possible d'adopter une approche semi automatique [?] qui présente de nombreux inconvénients car non seulement elle induit un travail supplémentaire pour la personne en charge de la migration qui guide la transformation mais en permettant plus de flexibilité, il est assez difficile de capitaliser sur le travail effectué si la personne en charge de la migration change. Néanmoins, cette approche permet une transformation interactive des différents aspects de l'UI. L'intérêt d'une flexibilité dans l'approche de migration d'UI permet d'avoir des UI migrées proches des attentes des utilisateurs finaux.

Contribution de la thèse

Cette thèse a pour premier objet d'étudier la migration des UI entre plateformes ayant des dispositifs d'interactions différents. Nous avons fait le choix de cibler en particulier la migration des UI depuis une station possédant clavier et souris vers une table interactive. Nous souhaitons que cette migration se fasse au moindre coût pour les concepteurs ou les développeurs tout en prenant en compte les spécificités de la cible et, bien évidemment, les critères ergonomiques usuels utilisés pour la conception des UI.

La solution que nous proposons repose sur un processus semi automatique de migration d'UI. Celui-ci comporte plusieurs étapes interactives pour que les concepteurs ou les développeurs puissent effectuer des choix conformes aux critères de conception qu'ils souhaitent privilégiés. Nous avons fait le choix de l'interactivité, basé sur des choix simples pour garantir simultanément la réutilisabilité, minimiser les coûts mais aussi pour accroître la flexibilité et garantir ainsi l'UI la plus pertinente.

Il est primordial de prendre en compte, lors de la migration des interfaces utilisateurs, les critères ergonomiques de conception. Nos travaux utilisent des concepts issus de plusieurs domaines de recherche.

Dans le domaine de l'utilisabilité, nous nous sommes intéressés aux travaux qui modélisent les critères ergonomiques de conception pour les traduire en règles opérationnelles et utilisables pendant la conception. L'objectif est de pouvoir intégrer ces règles dans la plateforme de migration dans le but de réduire la charge de travail des personnes en charge de la migration.

Dans le domaine de l'ingénierie des modèles, nous nous sommes intéressés aux travaux permettant de modéliser une plateforme dans le but d'effectuer la migration à un niveau abstrait : de concept à concept. L'objectif est de rendre notre travail réutilisable si la source et la cible évoluent. Cette approche nous permet d'abstraire non seulement les UI mais aussi les interactions. Nous proposons ainsi un modèle d'interactions basées sur les primitives d'interactions [?] pour décrire les actions atomiques qui constituent les dialogues entre l'utilisateur et le système.

Plan du manuscrit

Notre manuscrit est structuré de la manière suivante :

Le chapitre ?? présente l'espace des problèmes liés à la transformations des différents aspects d'une UI. Il délimite le périmètre de la migration des UI d'un poste fixe vers une table interactive. Il fixe nos objectifs.

Le chapitre ?? présente une étude du modèle d'interactions des tables interactives dans le but d'identifier les spécificités et les critères ergonomiques de conception à intégrer pour la migration des UI vers cette cible.

Le chapitre ?? est un état de l'art des approches de migration des UI. Dans ce chapitre nous décrivons les critères nécessaires pour atteindre nos objectifs et nous évaluons les différentes approches à l'aide de ces critères. Ce chapitre se termine par une synthèse des différentes approches présentées.

Le chapitre ?? propose un modèle d'UI qui prend en compte deux aspects des UI : leurs interactions et leur structure. Les objectifs de ce modèle d'UI sont de décrire les UI à migrer indépendamment des plateformes mais aussi de décrire des opérateurs d'équivalences entre les dispositifs d'interactions des plateformes source et cible.

Le chapitre ?? résume les mécanismes de transformation de la structure et des interactions de l'UI source vers la cible. L'objectif de ce chapitre est de décrire la prise en compte effective des critères ergonomiques de conception sous forme de guidelines par les mécanismes de transformation.

Le chapitre ?? présente le prototype que nous avons réalisé. Il constitue une preuve de concept des mécanismes proposés. Plusieurs applications ont été migrées afin de valider les éléments des différents modèles, mettre en évidence le respect des critères ergonomiques et surtout mettre en évidence les bénéfices que l'on peut retirer d'une telle approche.

Le chapitre ?? est une conclusion. Elle rappelle les objectifs que nous souhaitons atteindre, met en évidence nos contributions et leurs apports. Elle donne aussi quelques éléments sur des travaux complémentaires qui pourraient être menés pour parfaire nos travaux.

References