
LA MULTIMODALITE EN PLASTICITE

David Thevenin, Gaëlle Calvary, Joëlle Coutaz

Laboratoire CLIPS-IMAG, Equipe IHM
BP 53, 38041 Grenoble Cedex 9, France
{ david.thevenin, gaelle.calvary, joelle.coutaz }@imag.fr

Résumé — La mobilité s'imposant aujourd'hui comme mode de vie ou de travail, l'accès ubiquitaire à l'information devient nécessité. Conjointement, les avancées technologiques des réseaux sans fil et le succès des ordinateurs de poche encouragent ce mouvement. Mais si une activité donnée, telle que la lecture du courrier électronique ou la consultation de sites Web, peut désormais être menée en des lieux distincts sur des supports électroniques variés, cette facilité suppose une adaptation de l'interface. Aussi, introduisons-nous une nouvelle propriété : la plasticité. Elle dénote la capacité d'une interface à s'adapter aux contraintes matérielles et environnementales dans le respect de son utilisabilité. Cet article situe la multimodalité en plasticité. Il propose, en premier lieu, une modélisation des modalités. Cette modélisation exprime, pour chaque modalité, un pouvoir représentationnel, une capacité interactionnelle et un coût d'exploitation. L'article analyse ensuite, via les propriétés CARE, la combinaison de modalités. En pratique, appréhender une modalité comme un système d'entrée ou de sortie ne fait pas sens : les boîtes à outils offrent des interacteurs gérant à la fois des entrées et des sorties. Ce constat appelle à une révision de notre approche : considérer la multimodalité comme une combinaison de composants véhiculant chacun un flux d'informations entre l'utilisateur et le système.

1. Introduction

Avec les avancées des réseaux sans fil et les prouesses en miniaturisation, Internet devient accessible depuis des téléphones portables. Une même activité, telle que la lecture du courrier électronique ou la consultation de sites Web, peut ainsi désormais, être menée en des lieux distincts sur des supports électroniques variés. Mais, à l'évidence, l'IHM d'une application ne peut être identique sur une station de travail, un téléphone portable ou un calculateur de poche : les différences de ressources matérielles nécessaires à l'interaction personne-système, comme la taille de l'écran ou l'absence de clavier (Figure 1), imposent des solutions interactionnelles dédiées.



Figure 1 — Commercialisation à grande échelle de nouveaux dispositifs d'interaction.

A cette variabilité croissante des dispositifs d'interaction, s'ajoute une multiplicité des contextes d'usage. Le « sans fil » devient accessible partout et la traditionnelle sonnerie retentit désormais en lieu public : le protocole social devient, à l'évidence, insuffisant. Aussi, introduisons-nous une nouvelle propriété : la plasticité des interfaces. Nous en décrivons la problématique puis étudions l'apport de la multimodalité.

2. Plasticité des interfaces

Par définition, la plasticité d'une matière, d'un individu ou d'un tissu physiologique dénote respectivement sa malléabilité, son adaptabilité à des situations nouvelles, sa capacité d'auto-reconstitution en cas de lésion [5]. Par analogie, nous définissons la plasticité d'une interface comme étant sa capacité à s'adapter aux contraintes matérielles et environnementales dans le respect de son utilisabilité [10]. L'utilisabilité n'y est plus considérée dans sa stricte relation homme-machine : elle est étendue au contexte pour une perception moins égocentrique. Dans cette optique, le téléphone portable devrait, en lieu public, automatiquement commuter vers un mode vibreur.

La plasticité apparaît ainsi comme une forme particulière d'adaptation [10] :

- Elle vise une adaptation à la plate-forme cible et à l'environnement ;
- Elle s'autorise, comme moyens d'action, des modifications de l'arbre des tâches et des techniques de rendu ;
- Elle ne présuppose, en revanche, ni l'occurrence, ni l'acteur en charge de l'adaptation.

Dans cet espace problème, la multimodalité apparaît comme une source potentielle de solution. Nous nous y consacrons dans la section suivante.

3. Multimodalité et plasticité

La multimodalité étant appréhendée dans une perspective d'adaptation, nous proposons, en premier lieu, une modélisation de la notion de modalité. Nous

études alors la combinaison de modalités pour l'ingénierie d'interfaces plastiques.

3.1 Modalité en plasticité

[2] définit une modalité par un couple $m = \langle r, d \rangle$ où r et d dénotent respectivement un système représentationnel et un dispositif d'interaction. Dans le contexte de la plasticité, nous travaillons à faible granularité. Nous étudions les interacteurs d'utilité publique (menus, onglets, boutons, etc.) : ils diffèrent par leurs systèmes représentationnels.

En plasticité, les modalités interviennent dans le choix des techniques de rendu. Il s'agit :

- d'identifier la modalité la plus appropriée pour une plate-forme et un environnement donnés ;
- de mesurer toute éventuelle dégradation de l'utilisabilité liée à un changement de modalité.

Dans cette quête de rationalité et traçabilité, nous proposons une modélisation des modalités. Elle exprime, pour chaque modalité, un pouvoir représentationnel, une capacité interactionnelle et un coût d'exploitation.

Pouvoir représentationnel

Le pouvoir représentationnel d'une modalité reflète le type des données représentables par celle-ci :

- par définition, un champ texte représente une chaîne quelconque (Figure 2a) ;
- un menu déroulant contraint cette chaîne à évoluer dans un ensemble prédéfini : il représente une chaîne spécifiée par extension (Figure 2b) ;
- une modalité dédiée représente un concept du domaine. Elle enrichit la chaîne de sa sémantique métier. La figure 2c en suggère une pour parcourir les mois de l'année.

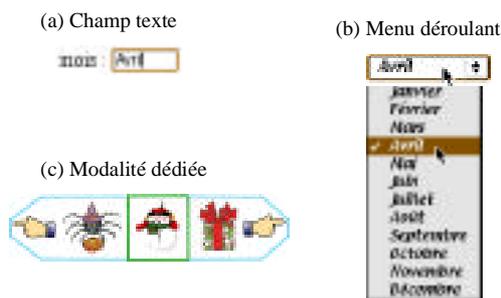


Figure 2 — Pouvoir représentationnel des modalités : un champ texte exprime une chaîne quelconque, un menu déroulant une chaîne définie par extension, une modalité dédiée un concept du domaine. La symbologie est inspirée des icônes publiés sur <http://www.interlinx.qc.ca/CoinDesPetits/comptines/moisannee/moisannee.html>.

En supposant les types organisés selon une relation de généralité, le pouvoir représentationnel d'une modalité exprime le type le plus spécifique représentable par celle-ci. Ainsi, le concept de mois est-il représentable par une modalité dédiée et par

toute modalité de pouvoir représentationnel plus générique, à savoir, une chaîne définie par extension ou une chaîne indéfinie (Figure 3).

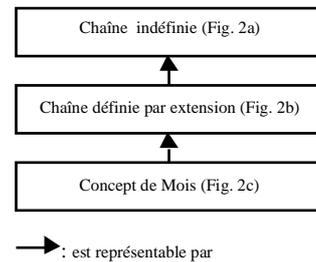


Figure 3 — Généricité des types : tout concept peut être incarné par une modalité située, dans l'arbre d'héritage, en amont du concept.

Capacité interactionnelle

La capacité interactionnelle d'une modalité exprime la tâche déployable sur celle-ci. Cette tâche peut être une tâche élémentaire ou une tâche métier de plus haut niveau d'abstraction :

- une tâche élémentaire est une tâche d'utilité publique telle que « spécifier » ou « sélectionner 1 élément parmi N ». Les champs texte (Figure 2a) et menus déroulants (Figure 2b) offrent respectivement ces capacités ;
- par opposition, une tâche métier est une tâche spécifique au domaine applicatif. « Sélectionner 1 mois parmi N » et « Déénombrer les jours ouvrables d'un mois » en sont des exemples.

Notons que, dans cette lignée, [4] fournit un système de correspondance systématique entre les tâches à accomplir et les dispositifs d'interaction possibles.

Coût d'exploitation

Le coût d'exploitation d'une modalité mesure l'investissement requis pour la mise en œuvre de la modalité. Nous l'évaluons d'un point de vue système et utilisateur :

- Dans une perspective système, nous quantifions les ressources matérielles nécessaires à l'exploitation de la modalité. Cette mesure évalue les requis physique et computationnel de la modalité. Aujourd'hui, seul le niveau physique du système représentationnel est appréhendé : nous formalisons l'encombrement spatial d'une modalité graphique et spécifions les dispositifs d'interaction requis. La figure 4 représente, par exemple, deux modalités dédiées à la spécification d'un jour : elles requièrent le même dispositif d'interaction, la souris, mais diffèrent par leur surface d'affichage : la modalité b) est plus économique. Il convient, à terme, de quantifier les requis en bande passante, réseaux, etc.

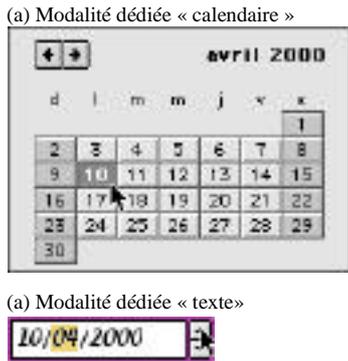


Figure 4 — Deux modalités dédiées à la spécification d'un jour : elles diffèrent par le coût physique de leurs systèmes représentationnels : la modalité b) est plus économique.

- Dans une perspective utilisateur, le coût d'exploitation représente l'indice de difficulté de la tâche. Il se mesure aux niveaux physique et cognitif. Le coût physique relève du niveau opératoire : il intègre (a) l'indice de difficulté des actions physiques, (b) le coût des actions articulatoires et (c) la longueur de la trajectoire d'interaction. Notons qu'en a), la loi de Fitts [3] propose une métrique pour le pointage de cible. Le coût cognitif représente la difficulté liée à la formulation d'intentions. Nous l'incomons, en partie, à la non proactivité ou non réactivité de la modalité. Par définition, à l'instar des prévention et guérison, les proactivité et réactivité agissent respectivement « a priori » et « a posteriori » [1]. La proactivité dénote une saine intention de bien-faire : elle préserve l'utilisateur d'actions inopportunes. La réactivité laisse, au contraire, l'utilisateur libre d'actions mais en vérifie, a posteriori, la légitimité. Un menu déroulant s'avère ainsi, par essence, proactif : il ne propose à l'utilisateur que des options valides. Par opposition, un champ texte est non proactif : il laisse l'utilisateur saisir n'importe quelle chaîne. Il deviendra faiblement proactif s'il est associé à d'autres modalités. Un libellé typiquement augmentera cette proactivité en spécifiant le domaine de variation autorisé (Figure 5). Une faible proactivité peut être contrée par de la réactivité : le système vérifie alors, a posteriori, la validité des informations spécifiées par l'utilisateur. Cette vérification peut être menée de façon formative ou sommative [1] : un contrôle formatif est local à la modalité, typiquement initié par elle-même à sa perte de focus. Par opposition, une vérification sommative est globale : elle porte sur l'espace de travail [9] contenant la modalité. Elle est typiquement encapsulée dans un interacteur de validation.



Figure 5 — Association de modalités pour une proactivité accrue : le libellé aide au renseignement du champ texte.

La figure 5 évoque une association de modalités à des fins de proactivité. Nous étudions la combinaison de modalités dans la section suivante.

3.2 Multimodalité et plasticité

Parmi les espaces théoriques caractérisant la composition de modalités, nous retenons les propriétés CARE [2]. Elles définissent des relations de combinaison que nous appliquons pour un concept et une tâche donnés :

- Deux modalités seront dites sémantiquement équivalentes si elles présentent les mêmes pouvoirs représentationnels et capacités interactionnelles. Elles seront dites strictement équivalentes si leurs coûts d'exploitation coïncident aussi ;
- Deux modalités seront dites complémentaires si leur association permet d'atteindre le pouvoir représentationnel ou la capacité interactionnelle requis ;
- Une modalité sera dite assignée si elle est l'unique modalité permettant d'incarner le concept et la tâche considérés ;
- Deux modalités seront dites redondantes si elles sont sémantiquement équivalentes et, dans l'usage, exploitées à des fins d'insistance.

Ces définitions correspondent à une application des propriétés CARE d'un point de vue système. La perspective utilisateur ne sera pas considérée dans le cadre de la plasticité. Il s'agirait de voir, non plus de la redondance système, mais une complémentarité cognitive entre les modalités représentées en Figure 6.

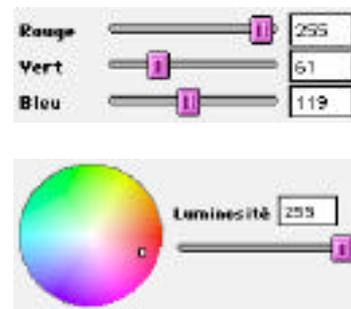


Figure 6 — Deux modalités redondantes d'un point de vue système peuvent devenir complémentaires d'un point de vue utilisateur. En plasticité, nous nous limitons à la perspective système.

Pour illustrer nos définitions, considérons les modalités représentées en Figure 7 :

- La modalité a) met en œuvre une complémentarité entre modalités de type « menu déroulant - souris » ;
- Les modalités a) et b) sont sémantiquement équivalentes ;
- L'usage combiné de ces deux modalités fournit de la redondance.



Figure 7 — Les modalités a) et b) sont sémantiquement équivalentes. Leur usage combiné produit de la redondance. La modalité a) mobilise une complémentarité entre modalités.

L'assignation dénote l'absence de choix : l'ensemble des possibles est alors réduit à un singleton. Dans tous les autres cas, des critères de choix devront présider à la sélection d'une modalité. Ces critères pourront cibler :

- Un pouvoir représentationnel et une capacité interactionnelle de plus forte spécificité ;
- Un coût d'exploitation minimal ;
- Une homogénéité entre modalités ;
- Ou tout facteur qualité logiciel tel que la portabilité [7] par exemple.

L'étude de ces critères fait partie de notre agenda de recherche.

4. Conclusion et perspectives

Si une connaissance préalable des plates-formes sauve aujourd'hui l'ingénierie traditionnelle, demain l'innovation et la miniaturisation compromettront cette approche déclarative. Aussi, investissons-nous sur l'adaptation des interfaces que nous appréhendons via la propriété de plasticité.

Dans cet article, nous nous intéressons à l'apport de la multimodalité en plasticité. Nous proposons une modélisation de la notion de modalité : elle exprime, pour chacune d'elle, un pouvoir représentationnel, une capacité interactionnelle et un coût d'exploitation. Nous étudions ensuite, via les propriétés CARE, la combinaison de modalités.

En pratique, appréhender une modalité comme un système d'entrée ou de sortie ne fait pas sens : les boîtes à outils offrent des interacteurs gérant à la fois des entrées et des sorties. Le menu déroulant, par exemple, nécessite une souris en entrée et un écran en sortie. Ce constat appelle à une révision de notre approche : considérer la multimodalité comme une combinaison de composants véhiculant chacun un flux d'informations entre l'utilisateur et le système.

Cette considération plus pragmatique calque l'approche de [6] (Figure 8). Elle raisonne en termes de flux d'informations et rejoint l'espace Pipe-Line de [8].

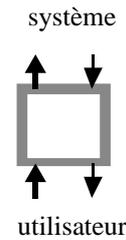


Figure 8 — Appréhension de la multimodalité comme combinaison de composants : chaque composant véhicule un flux d'informations entre l'utilisateur et le système.

À la lumière de cette analyse, il convient maintenant de transposer notre modélisation aux composants et d'en vérifier l'applicabilité sur les interacteurs d'utilité publique. Il s'agira alors, dans le cadre de la plasticité, de formuler des règles d'élection pour les cas d'équivalence.

Bibliographie

- [1] Calvary, G. Proactivité et réactivité : de l'Assignation à la Complémentarité en Conception et Evaluation d'Interfaces Homme-Machine, *Thèse de l'Université Joseph Fourier Grenoble I*, Octobre 1998, 250 pages
- [2] Coutaz, J., Nigay, L. Les Propriétés « CARE » dans les Interfaces Multimodales. *IHM'94 actes de la 6ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine*, Lille, 8-9 Décembre 1994, France, pp 7-14.
- [3] Fitts, P.M. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement, *Journal of Experimental Psychology*, pp 381-391, 47, 6, 1953
- [4] Foley, J.D., Wallace, V.L., Chan, P. The Human Factors of Computer Graphics Interaction Techniques, *IEEE Computer Graphics and Applications*, v.4, n°11, 1984, pp.13-48
- [5] Larousse, *Petit Larousse Illustré*, 1994
- [6] Markopoulos, P. On The expression of Interaction Properties Within An Interactor Model, *DSVIS'95*, Palanque & Bastide Eds, pp 294-310
- [7] McCall, J. *Factors in Software Quality*, General Electric Ed., 1977
- [8] Nigay, L. Conception et modélisation logicielles des systèmes interactifs : application aux interfaces multimodales, *Thèse de l'Université Joseph Fourier Grenoble I*, Janvier 1994, 350 pages
- [9] Normand, V. Le modèle SIROCO : de la spécification conceptuelle des interfaces utilisateur à leur réalisation, *Thèse de l'Université Joseph Fourier Grenoble I*, Avril 1992, 258 pages
- [10] Thevenin, D., Coutaz, J. Plasticity of User Interfaces: Framework and Research Agenda. *INTERACT'99*, Edimbourg, 1999, pp. 110-117