Partage d'expériences entre utilisateurs différents : Adaptation des modalités d'interaction

Karim Sehaba

▶ **To cite this version:**

Karim Sehaba. Partage d'expériences entre utilisateurs différents : Adaptation des modalités d'interaction. IC 2011, 22èmes Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances, May 2012, Chambéry, France. pp.639-656. hal-00746729

HAL Id: hal-00746729
https://hal.science/hal-00746729

Submitted on 29 Oct 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Partage d'expériences entre utilisateurs différents : adaptation des modalités d'interaction

Karim Sehaba

Université de Lyon, CNRS. Université Lyon 2, LIRIS, UMR5205, F-69676, France.
karim.sehaba@liris.cnrs.fr

Résumé : Ce travail porte sur le partage d'expériences entre utilisateurs différents. Il s'agit de permettre à des utilisateurs de compétences, capacités ou préférences différentes d'échanger les traces de leurs propres activités. Dans ce cadre, nous nous intéressons plus particulièrement au processus de transformation permettant d'adapter les traces partagées en fonction du profil de leur utilisateur cible. Dans cet article, nous nous concentrons sur l'adaptation des modalités d'interaction. Ainsi, nous avons proposé des modèles de représentation de traces, de profil utilisateur et des connaissances d'adaptation, ainsi qu'un modèle de transformation de traces. Afin que le processus de transformation soit flexible et évolutif, nous avons également proposé un modèle d'extraction de connaissances d'adaptation à partir d'une base de traces. Afin de valider ce travail, nous exposons les premiers résultats de l'application de notre approche qui concerne la formation VCIel (Visualisation et Conception Infographiques en Ligne).

Mots-clés : Partage d'expériences, traces, modalités, connaissances d'adaptation

1. Introduction

Avec le développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication, le partage d'expériences est devenu une des clés de la réussite dans plusieurs domaines tels que le e-learning, les systèmes collaboratifs ou le Web social. En effet, le partage d'expériences permet de renforcer le transfert des compétences, d'améliorer les performances collectives et de faciliter l'extraction des connaissances à partir des situations vécues. Pour cela, plusieurs outils de communication et d'échange ont été proposés : forum, blog, wiki, tchat, etc. Ces outils permettent aux utilisateurs de s'entraider par le biais du partage d'expériences, néanmoins les échanges ici sont généralement non

structurés et non contextualisés. Ils ne permettent donc pas la construction d'une connaissance facilement réutilisable.

D'autres systèmes (Clauzel *et al.*, 2009) (Cram *et al.*, 2007) permettent aux utilisateurs de partager les traces de leurs activités effectives. Une trace ici est définie comme un historique des actions de l'utilisateur collectées en temps réel à partir de son interaction avec l'application informatique, et constitue de ce fait une représentation de son activité. Ces travaux ont l'avantage de capitaliser toutes les expériences produites en les contextualisant pour les rendre accessibles et réutilisables par d'autres utilisateurs. En ce sens, (Clauzel *et al.*, 2009) (Cram *et al.*, 2007) proposent des formalismes de représentation, de partage et de visualisation des traces. Néanmoins ces travaux ne traitent pas l'adaptation des traces partagées en fonction du profil de leurs utilisateurs cibles. Cette adaptation est particulièrement nécessaire si les utilisateurs n'ont pas les mêmes compétences, préférences ou capacités.

Dans cet article, nous nous intéressons au partage de traces entre utilisateurs différents. Nous utilisons le terme *"utilisateurs différents"* pour désigner des utilisateurs de profils différents, en particulier en ce qui concerne leurs capacités physiques et cognitives, leurs compétences du domaine ou leurs préférences. La figure 1 montre le contexte général de notre problématique. Il s'agit de proposer des modèles et des outils permettant au système de transformer les traces partagées par un utilisateur u_1 pour qu'elles soient adaptées aux utilisateurs cibles [1] u_2 et u_3 (avec u_1, u_2 et u_3 trois utilisateurs différents). Pour cela, le système doit disposer des *connaissances d'adaptation* lui permettant de transformer les traces de u_1 en fonction des propriétés des utilisateurs u_2 et u_3 stockées dans leurs *profils*.

Les grands domaines sur lesquels pourraient porter ces adaptations sont : l'adaptation du *contenu*, de *présentation* et des *modalités d'interaction*. L'adaptation du contenu consiste à ajouter, supprimer ou à modifier les éléments de la trace. En ce sens, l'équipe SILEX [2] a développé un langage de transformation permettant le filtrage, la réécrire et la fusion des traces (Settouti, 2011) (Djouad *et al.*, 2010). D'autres techniques d'adaptation du contenu, plus générales, peuvent également être appliquées (Egyed-Zsigmond *et al.*, 2009). L'adaptation de présentation concerne l'affichage des traces et de ses propriétés. Il s'agit de choisir le *style de visualisation* le plus approprié en fonction des propriétés de la trace (Clauzel *et al.*, 2010) et/ou du profil de l'utilisateur.

1. Dans notre problématique, nous supposons que les utilisateurs cibles, u_2 et u_3, sont explicitement désignés par l'utilisateur source u_1.

2. http ://liris.cnrs.fr/silex

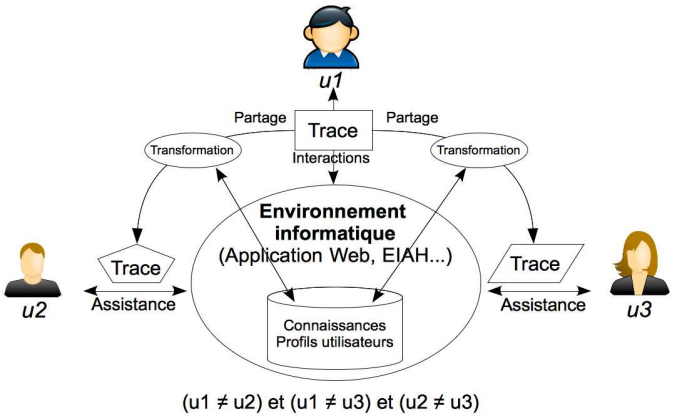

FIGURE 1: Contexte général de la problématique.

L'adaptation des modalités d'interaction porte sur la façon de faire pour réaliser les tâches. En effet, plusieurs modalités peuvent être utilisées pour réaliser une tâche donnée. Par exemple, pour afficher le contenu d'un dossier, l'utilisateur peut utiliser une ligne de commande (*ls* sous Linux ou *dir* sous ms-dos), double cliquer sur le dossier ou utiliser le menu *Fichier* $\rightarrow$ *Ouvrir*. Ainsi, l'adaptation ici consiste à proposer à l'utilisateur la modalité la plus appropriée en fonction de son profil afin de favoriser l'utilisabilité du système.

Cet article se focalise sur l'adaptation des modalités d'interaction. Il traite précisément deux problématiques :

1. L'adaptation des traces : il s'agit de transformer la trace d'un utilisateur source (u_1 dans le schéma de la figure 1) pour qu'elle soit adaptée aux utilisateurs cibles (u_2 et u_3). Pour cela, nous avons proposé des modèles de représentation (traces, profil et connaissances d'adaptation) et un modèle de transformation (pour l'adaptation des traces en tenant compte du profil de l'utilisateur cible).
2. L'extraction de connaissances : il s'agit de proposer une méthode permettant d'analyser les traces de plusieurs utilisateurs différents afin d'en déduire des généralités sur les règles d'adaptation. Pour cela, nous proposons de représenter les modalités d'interaction dans les traces et d'analyser ces dernières par un processus d'extraction de connaissances.

Cet article est organisé comme suit : la section 2 présente les fondements de notre approche qui portent sur les traces et les modalités d'interaction. La

section 3 présente l'architecture générale du système que nous proposons. La section 4 détaille la formalisation que nous proposons pour la représentation des traces, le profil de l'utilisateur et les connaissances d'adaptation. Les sections 5 et 6 décrivent respectivement le processus d'adaptation des traces et le processus d'extraction de connaissances d'adaptation. La section 7 présente l'application de notre travail qui concerne le partage des traces entre apprenants dans le cadre de la formation VCIel. La section 8 présente une conclusion et des perspectives. Tout au long de cet article, nos propositions seront illustrées par l'exemple de la figure 1.

2. Fondements de notre approche

2.1. Traces d'interaction

Notre problématique s'inscrit dans la ligne des travaux sur les *traces d'interaction* développés par l'équipe SILEX (Settouti, 2011) (Cram, 2010). Par définition, une trace est un ensemble d'*observés* temporellement situés. On appelle *observé* toute information structurée issue d'une observation. Dans notre cadre de recherche, les observés sont générés à partir de l'observation des interactions entre l'utilisateur et l'application informatique. Chaque observé possède un type, défini par le *modèle de trace*, et peut être en *relation* avec d'autres observés de la même trace. Formellement, un observé possède un sujet, l'utilisateur observé durant la phase de collecte, et un ensemble d'attributs/valeurs qui caractérisent l'événement observé. Le *modèle de trace* définit les types d'observés et les types de relations qui composent la trace. On appelle *trace modélisée*, notée M-Trace, toute trace issue d'un processus de collecte, composé d'observés situés, et conforme à un modèle de trace.

Afin de faciliter la gestion et l'exploitation des traces, SILEX a développé un Système de Gestion de Base de Traces (SGBT) (Settouti, 2011) (Laflaquière, 2009). Ce système permet le stockage, la transformation et la visualisation des traces modélisées. Comme le montre la figure 2, durant la phase de collecte, le SGBT récupère les événements fournis par des *sources de traçage* (par exemple, capteur logiciel, keylogger, etc.) et les représente dans une trace première. Cette dernière est issue directement du système de collecte. Généralement, les traces premières sont difficilement exploitables en raison de leur quantité et de leur qualité. En effet, les traces premières contiennent un grand nombre d'informations parfois inutiles et des filtrages sont nécessaires pour pouvoir les exploiter. Egalement, les informations de ces traces sont de

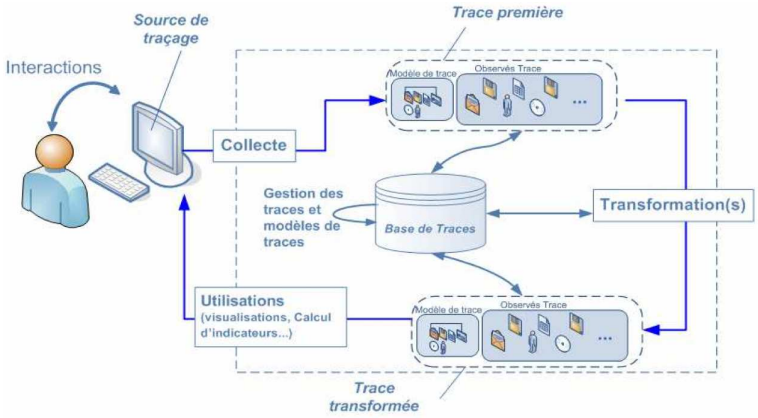

FIGURE 2: Système de gestion de base de traces.

très bas niveau, sont donc souvent difficiles à comprendre. C'est pourquoi le SGBT propose des mécanismes de transformation permettant de générer des traces de haut niveau à partir des traces premières.

Le SGBT permet également la visualisation des traces pour que l'utilisateur puisse interagir avec. Cette visualisation peut être en temps réel (pour l'apprentissage réflexif (Clauzel *et al.*, 2009) (Cram *et al.*, 2007) par exemple) ou a posteriori (dans le but de débriefing ou de retour d'expériences (Champalle, 2010) par exemple).

2.2. Modalité d'interaction

La notion de *"modalité"* a diverses acceptions selon le domaine d'étude, et il est par conséquent difficile de trouver une définition qui fasse l'unanimité. Dans la littérature, on distingue deux points de vue sur la définition de ce terme, à savoir (Raisamo, 1999) : le point de vue centré sur la perception et le contrôle humain et le point de vue centré sur l'interaction homme-machine. Pour le premier, plusieurs définitions ont été proposées dans différents domaines telles que la psychologie (Silbernagel, 1979), les neurosciences (Imbert, 2009) ou encore la neurobiologie (Kandel & Schwartz, 1981). La notion de modalité ici est fortement liée à la perception ou à la sensibilité sensorielle. Les limites de ces définitions résident principalement dans le fait qu'elles ne considèrent pas le dispositif d'interaction. Egalement, certains sens, et sensibilités, ne sont pas traités par les applications informatiques actuelles.

Dans le cadre de l'interaction homme-machine, la modalité selon (Bernsen, 1997) est considérée comme un système représentationnel de l'information dans un format physique et correspond à une sortie de la communication homme-machine. Cette définition, dédiée uniquement aux interfaces de sorties, ne s'applique pas à notre problématique qui vise à représenter les modalités dans les traces, censées représenter les actions de l'utilisateur, donc centrées spécialement sur les modalités d'entrées. Pour (Bellik, 1995), une modalité est définie par la structure des informations échangées telle qu'elle est perçue par l'utilisateur. Cette définition est centrée sur la perception humaine et est par conséquent difficile à mettre en œuvre. En effet, pour chaque action tracée, il faudra une description de sa perception par l'utilisateur.

(Martin, 1995) évoque la modalité comme un processus d'analyse opérant sur des ensembles de données d'entrées-sorties. La modalité ici est définie comme la manière d'utiliser un média. (Nigay, 2001) définie la modalité par la structure des informations échangées en lien avec le dispositif physique utilisé pour les présenter. Formellement, la modalité selon (Nigay, 2001) est un couple (d, l), avec :

- d un dispositif physique : un ou plusieurs médias qui permettent l'acquisition ou la diffusion des informations,
- l un langage d'interaction : un ensemble d'expressions bien formées et significatives pour le système informatique.

Cette définition ne va pas à l'encontre de celle de Martin (Martin, 1995). En effet, la modalité en tant que processus et ensemble de données d'entrées-sorties peut être rapprochée de celle de langage d'interaction de (Nigay, 2001). Dans notre approche, nous retenons cette définition car nous pensons qu'elle est la plus appropriée pour représenter les modalités dans les traces. En effet, la définition de Nigay (Nigay, 2001) a l'avantage d'être clairement centrée sur la perception des systèmes informatiques (même si elle peut s'appliquer à l'humain) ce qui justifie son choix pour la représentation des modalités dans les traces d'interaction.

3. Architecture générale

Comme le montre la figure 3, l'architecture du système que nous proposons est composée de quatre modules : une base de traces, des connaissances d'adaptation, des profils utilisateurs et un module d'adaptation. Le rôle de ce dernier est d'adapter *le contenu*, *la présentation* et *les modalités* de la trace partagée. Rappelons que dans cet article, nous nous intéressons à l'adaptation

des modalités d'interaction. Pour rappel, ces dernières expriment la façon de faire pour réaliser les actions (définition de (Martin, 1995)) et adoptent la formalisation *dispositif physique* et *langage d'interaction* de (Nigay, 2001).

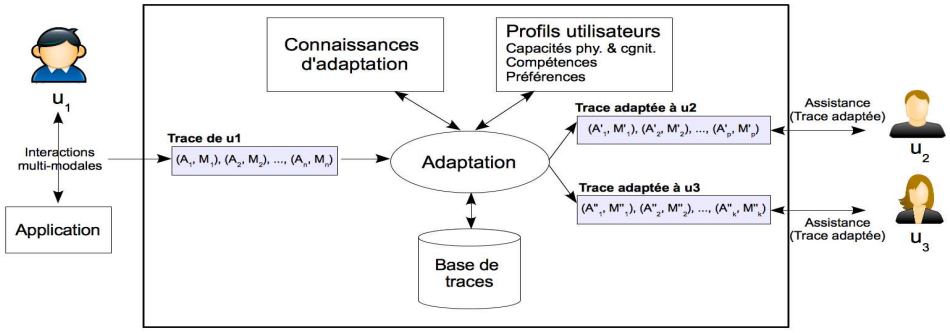

FIGURE 3: Architecture générale.

Initialement, l'utilisateur u_1 interagit avec l'application informatique pour réaliser une tâche donnée. L'application enregistre ses actions, ainsi que les modalités d'interaction utilisées pour réaliser chaque action, dans une trace adoptant la formalisation présentée dans la section 4.1. Cette trace est, dans un premier temps, stockée dans la base de traces pour que le système puisse en tenir compte dans le processus d'extraction de connaissances. Par la suite, elle est transformée, par le module d'adaptation, en tenant compte des profils des utilisateurs cibles u_2 et u_3 et des connaissances d'adaptation. Le processus d'adaptation est détaillé dans la section 5.

Le module d'adaptation est également chargé d'extraire des connaissances d'adaptation à partir des traces d'interaction. Pour cela, ce module analyse l'ensemble des traces stockées dans la base de traces. Il s'agit de déterminer pour chaque type d'action, l'ensemble des modalités qui peuvent être utilisées pour sa réalisation, ainsi que l'ensemble des conditions (relatives au profil) qui doivent être respectées pour chacune de ces modalités. Le processus d'extraction de connaissances est présenté dans la section 6.

4. Représentation des connaissances

Cette section présente la formalisation que nous proposons pour représenter les traces, le profil utilisateur et les connaissances d'adaptation.

4.1. Représentation des traces

Une trace T est une séquence de toutes les actions de l'utilisateur, ainsi que les modalités utilisées, pour réaliser une tâche donnée. En effet, pour que l'utilisateur réalise une tâche, il agit par des actions sur un ou plusieurs dispositifs physiques à l'aide d'un langage d'interaction. Formellement,

$$T =< u, task, (o_1, ..., o_i, ..., o_n) >$$

- u : l'utilisateur tracé,
- $task$: une description de la tâche de l'utilisateur,
- o_i : un observé de la trace. Chaque o_i est un couple (A_i, M_i), où :
  - A_i est une action de l'utilisateur. Sachant que chaque action A_i possède un type, noté $\bar{A}_i$, qui définit sa structure par un ensemble d'attributs $(a_1, ..., a_m)$. Par exemple :
    - $\bar{A}_i = \overline{Deplacer_Fichier}(fic, dest)$; $A_i = Deplacer_Fichier(fic.tex, MesDocs)$,
    - $\bar{A}_i = \overline{Saisir_Date}(jj, mm, aaaa)$; $A_i = Saisir_Date(01, 01, 2011)$.
  - M_i est une modalité d'interaction tel que $M_i =< d, L >$, où d est un dispositif physique et L est un langage d'interaction.

Nous avons supposé, dans notre formalisation, que chaque trace représente l'activité de l'utilisateur pour réaliser une tâche donnée. Néanmoins, en pratique, le système collecte toutes les actions de l'utilisateur sans faire la distinction entre celles qui font partie de la même tâche et celles qui ne font pas partie. Pour cela, c'est le SGBT (présenté dans la section 2.1) qui assure le passage, par des transformations manuelles ou automatiques, entre la trace première (contenant toutes les activités de l'utilisateur sur l'application) et les traces associées aux tâches.

4.2. Représentation du profil

Le profil utilisateur a un rôle important dans le processus d'adaptation. En effet, c'est en fonction des propriétés du profil que le module d'adaptation va transformer les traces partagées pour qu'elles soient conformes à l'utilisateur cible. Le profil intervient également dans le processus d'extraction de connaissances. Il permet de déterminer les conditions dans lesquelles une modalité donnée peut être appliquée.

Formellement, le profil utilisateur P est un ensemble de propriétés qui caractérisent l'utilisateur :

$$P = \{p_1 = v_1, p_2 = v_2, ..., p_m = v_m\}$$

- p_i : le nom de la propriété. Chaque propriété appartient à un des composants suivants :
  - Capacités physiques et cognitives : telles que les capacités sensorielles, l'attention, la mémorisation, etc.
  - Compétences du domaine : telles que la maîtrise de l'utilisateur des commandes Linux, ms-dos, etc.
  - Préférences : telles que ses couleurs préférées, le style d'apprentissage, etc.
- v_i : la valeur de la propriété, avec $v_i \in [0, 1]$. La valeur 0 indique l'absence de la propriété et 1 indique la valeur maximale de la propriété. Par exemple, la capacité de vue d'un utilisateur non-voyant est $p_{vue} = 0$, et la capacité de vue d'un utilisateur voyant sans déficience est $p_{vue} = 1$.

Le profil utilisateur peut être défini par l'utilisateur lui même en remplissant les valeurs des différentes propriétés, ou généré automatiquement à partir de l'analyse de ses traces d'interaction (Hussaan, 2010).

4.3. Connaissances d'adaptation

Une connaissance d'adaptation permet au système de choisir, pour chaque action de la trace, la bonne modalité en fonction des propriétés du profil de l'utilisateur cible. Le principe est d'associer à chaque type d'action $\bar{A}_i$ une ou plusieurs facettes où chaque facette est définie par un *mode* et une *modalité*. Le mode définit les conditions dans lesquelles la modalité peut être réalisée. Ces conditions portent sur le profil de l'utilisateur. La modalité définit le dispositif physique et le langage d'interaction permettant de réaliser l'action.

Formellement, une connaissance d'adaptation d'un type d'action $\bar{A}_i$ est définie comme suit :

$\bar{A}_i$ {

$\underline{Facette_1 :}$
$Mode_1 :< (m_1^1 \in I_1^1, w_1^1), ..., (m_{k_1}^1 \in I_{k_1}^1, w_{k_1}^1) >$
$Modalite_1 :< media_1, langage\ d'interaction_1 >$

$\underline{Facette_2 :}$
$Mode_2 :< (m_1^2 \in I_1^2, w_1^2), ..., (m_{k_2}^2 \in I_{k_2}^2, w_{k_2}^2) >$
$Modalite_2 :< media_2, langage\ d'interaction_2 >$
...

}

Pour chaque facette j :

– $m_i^j \in P$: propriété du profil. $I_i^j \subseteq [0,1]$: intervalle de valeurs. w_i^j : poids de la propriété m_i^j dans le mode de la facette j.

Le mode exprime des contraintes sur les propriétés du profil, où chaque contrainte indique l'intervalle auquel doit appartenir la valeur de la propriété ainsi que le poids de la propriété dans le mode.

Après avoir présenté la représentation des traces, le profil utilisateur et les connaissances d'adaptation, les deux sections suivantes sont consacrées aux processus d'adaptation et d'extraction de connaissances.

5. Adaptation des traces

L'adaptation des traces est un processus de transformation qui permet de générer, à partir d'une trace partagée par un utilisateur source u_1, une autre trace avec des modalités adaptées à l'utilisateur cible u_2, avec u_1 différent de u_2. Le principe de ce processus est d'associer à chaque action de la trace de u_1 la modalité qui maximise la similarité entre son mode et le profil de l'utilisateur u_2. Le choix de la mesure de similarité est tout à fait crucial pour une bonne exécution du processus. Il s'agit en effet de trouver la meilleure adéquation entre le profil et la modalité à associer à chaque action. Il existe dans la littérature de nombreuses fonctions de similarité qui peuvent être utilisées (Bisson, 2000), par exemple :

$$\phi(mode, P) = \frac{\sum_{i=1}^{N} w_i * \varphi(p_i = v_i, m_i \in I_i)}{\sum_{i=1}^{N} w_i} \quad (1)$$

– p_i : propriété du profil de u_2, m_i : propriété du mode, $I_i = [a,b] \subseteq [0,1]$: intervalle de valeurs auquel doit appartenir la propriété m_i, w_i : poids de la propriété m_i dans le mode, N : cardinalité des propriétés du mode, φ : similarité entre p_i et m_i.

Le but du processus d'adaptation, dont l'algorithme 1 résume le principe, n'est pas d'exécuter automatiquement les traces transformées mais de permettre à l'utilisateur cible de savoir comment il doit procéder pour réaliser ses tâches. Pour l'exécution des traces, en plus du profil, d'autres critères doivent être pris en compte tels que : les dispositifs physiques disponibles, la cohérence entre le langage d'interaction sélectionné et les logiciels disponibles dans l'environnement informatique de l'utilisateur cible, etc.

Algorithme 1 : Adaptation des traces

Entrée : Trace u_1, Connaissances d'adaptation, Profil P de u_2 (u_1 : source, u_2 : cible)
Sortie : Trace de u_1 avec des modalités adaptées à u_2
for *(chaque observé $o_i = (A_i, M_i)$ de la trace de u_1)* **do**
  max = 0
  for *(chaque $facette_j$ de la connaissance de $\bar{A}_i$)* **do**
    if *($\phi(mode_j, P) > max$)* **then**
      max = $\phi(mode_j$, P)
      $M'_i = modalite_j$
    end
  end
  Associer la modalité M'_i à l'action A_i
end

6. Extraction de connaissances d'adaptation

L'objectif est d'extraire des connaissances d'adaptation concernant les modalités d'un type d'action $\bar{A}_i$ à partir des traces stockées dans la base de traces. Le principe consiste à :

- chercher dans la base de traces l'ensemble des utilisateurs qui ont réalisé une action de type $\bar{A}_i$ en utilisant une modalité M_i,
- déterminer, dans les profils de ces utilisateurs, les propriétés qui sont identiques ou très proches,
- affecter ces propriétés au mode $mode_i$ associé à la modalité M_i de $\bar{A}_i$,
- ajouter la facette ($mode_i$, M_i) à la connaissance de $\bar{A}_i$, puis
- refaire le même raisonnement pour toutes les modalités associées aux actions de type $\bar{A}_i$.

Formellement, pour chaque observé $o_k = (A_k, M_k)$ dans la base de traces, on définit la matrice $M = (v_{ij})_{1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n}$ avec :

- m : le nombre d'utilisateurs qui ont réalisé l'action A_k avec M_k,
- n : le nombre de propriétés du profil utilisateur,
- v_{ij} : la valeur de la propriété p_j de l'utilisateur u_i.

Par la suite, on applique l'algorithme 2.

Exemple : Soient u_1, u_2, u_3 et u_4 quatre utilisateurs de profils différents, tels que [3] : u_1 = {msdos, unix}, u_2 = {msdos, interface_graphique}, u_3 = {msdos, unix, interface_graphique} et u_4 = {unix, interface_graphique}. Et soit la base de traces suivante [4] :

- $Trace_1 :< u_1, task_1, ...(copier, copy)...(imprimer, lpr)...(copier, cp)... >$

3. Pour simplifier, on ne mentionne que les propriétés dont la valeur est à 1. Les propriétés qui ne figurent pas dans le profil sont considérées égales à 0.

4. Pour simplifier, on limite la modalité à son langage d'interaction.

Algorithme 2 : Algorithme d'extraction de connaissances

Entrée : Base de traces, Seuil ϵ proche de 0
Sortie : Connaissances d'adaptation
for *(chaque action A_k dans la base de traces)* **do**
  E = l'ensemble des modalités associées à l'action A_k
  for *(chaque modalité $M_j \in E$)* **do**
    Construire la matrice M
    $Mode_j$ = { }
    for *(chaque colonne p_j de la matrice M)* **do**
      if *($(max(v_{1j}, ..., v_{mj}) - min(v_{1j}, ..., v_{mj}) < \epsilon$)* **then**
        $x = moyenne(v_{1j}, ..., v_{mj})$
        $mode_j = mode_j \cup \{p_j \in [x - \epsilon, x + \epsilon]\}$
      end
    end
    Ajouter la facette $< Mode_j, M_j >$ au type d'action $\bar{A_k}$
  end
end

- $Trace_2 :< u_2, task_2, ...(copier, copy)...(copier, edition \rightarrow copier)....(imprimer, print)... >$
- $Trace_3 :< u_3, task_3, ...(copier, copy)...(imprimer, fichier \rightarrow imprimer)...(copier, edition \rightarrow copier)...(imprimer, lpr)... >$
- $Trace_4 :< u_4, task_4, ...(copier, cp)...(imprimer, fichier \rightarrow imprimer)...(copier, edition \rightarrow copier)... >$

Selon cette base, trois modalités sont associées à l'action **copier** : *copy*, *cp*, *edition* $\rightarrow$ *copier*. Comme le montre la figure 4, pour chacune de ces trois modalités on définit la matrice M. En appliquant l'algorithme 2, on peut facilement déterminer le mode de chaque modalité. Il suffit de trouver, dans les matrices, les colonnes dont les valeurs sont identiques.

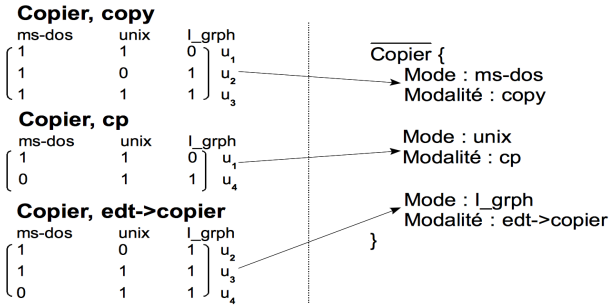

FIGURE 4: Exemple de génération de connaissances d'adaptation.

L'algorithme 2 considère que les propriétés communes à tous les utilisateurs qui ont utilisé une modalité donnée font partie du mode de cette moda-

lité. Néanmoins, certaines de ces propriétés peuvent ne pas être importantes pour la modalité en question. Par exemple, si on suppose que le profil de l'utilisateur u_1 est {msdos, unix, interface_grph}, la matrice concernant la modalité *copy* et son mode devient :

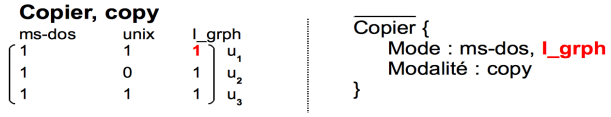

FIGURE 5: Convergence de l'algorithme.

Ce qui n'est pas juste. Néanmoins, nous avons fait l'hypothèse que les utilisateurs sont très différents, par conséquent, on suppose qu'il existe dans la base de traces un autre utilisateur u_x dont le profil est {msdos, unix} et qui a utilisé l'action **copier** avec la modalité $copy$.

7. Premiers résultats : Application VCIel

L'application que nous visons dans ce travail concerne la formation VCIel [5]. VCIel comme «Visualisation et Conception Infographiques en Ligne» est un Master 2 entièrement en ligne et à distance. Ce Master vise à former des professionnels dans les domaines de la production Multimédia et les technologies de l'internet, l'infographie 2D-3D, et la conduite de projet. Chaque année, cette formation *accueille* à distance une vingtaine d'étudiants, en formation initiale ou en formation continue, provenant de différents pays. Cette diversité de provenance, tant géographique qu'institutionnelle, nécessite de transformer les traces partagées afin de les adapter aux spécificités de chaque apprenant (contexte, compétences, préférences, capacités, etc.). L'adaptation des traces dans ce cadre concerne l'assistance à l'utilisation de la plate-forme de cours (SPIRAL [6] (Renaut *et al.*, 2006)) et à l'utilisation de certains logiciels.

La figure 6 montre un exemple d'une trace partagée et le résultat de sa transformation. Ces traces sont dans un format XML. Les traces de cet exemple représentent l'activité de l'utilisateur pour le déplacement et la compilation d'un fichier Latex, ainsi que l'impression du fichier pdf résultat. Les actions de

5. http ://vciel.univ-lyon2.fr
6. http ://spiral.univ-lyon1.fr/

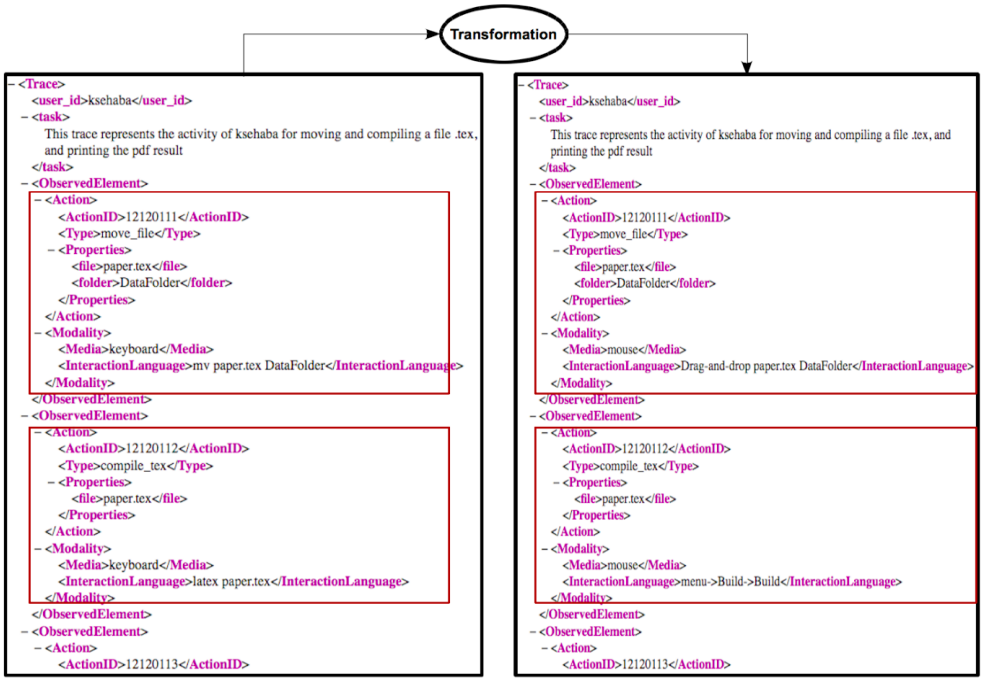

FIGURE 6: Exemple de trace et sa transformation.

la trace partagée sont sous forme de lignes de commandes, alors que celles de la trace transformée sont sous forme de commandes via l'interface graphique. Nous avons également crée un ensemble de données pour évaluer l'algorithme d'extraction de connaissances d'adaptation (algorithme 2). Les premiers résultats sont favorables dans l'ensemble, néanmoins, il est nécessaire d'avoir un ensemble de données significatives pour que l'algorithme converge.

8. Conclusion et perspectives

Cet article traite la problématique du partage d'expériences entre utilisateurs différents. Il s'agit de permettre à des utilisateurs de compétences, préférences, et capacités physiques et cognitives différentes d'échanger les traces de leurs propres activités. Dans ce cadre, nous avons proposé des modèles permettant d'adapter les traces partagées, particulièrement les modalités d'interaction des observés, pour qu'elles soient accessibles à leurs utilisateurs cibles. Le principe est de chercher pour chaque action de la trace, la modalité qui

maximise la similarité entre son mode et le profil utilisateur.

Nous avons également proposé une approche permettant d'extraire des connaissances d'adaptation à partir d'une base de traces. Il s'agit de chercher dans la base de traces l'ensemble des utilisateurs qui ont réalisé une action donnée avec une modalité donnée, puis de déterminer dans leurs profils, les propriétés qui sont très proches ou identiques. Ces dernières sont considérés comme des critères dans le mode de la modalité en question. Ainsi, cette approche fait l'hypothèse que les propriétés des utilisateurs sont suffisamment différents, hormis les propriétés relatives à la modalité en question, pour que l'algorithme d'adaptation converge. Afin d'optimiser cette approche, nous explorons des méthodes d'analyse multivariée (Krzanowski, 1998).

Nous travaillons sur la validation de notre approche par des expérimentations sur le terrain. En ce sens, nous explorons le partage d'expériences entre apprenants dans le cadre de la formation VCIel. Egalement, nous sommes intéressés par le partage d'expériences entre utilisateurs avec et sans handicaps.

Références

BELLIK Y. (1995). *Interfaces multimodales : concepts, modèles et architectures* . Thèse de doctorat en informatique, Paris XI.

BERNSEN N. O. (1997). A reference model for output information in intelligent multimedia presentation systems. *Computer standards and interfaces, Special double issue*, **18**(6-7), 537–553.

BISSON G. (2000). *La similarité : une notion symbolique/numérique*, p. 169–201. Apprentissage symbolique-numérique (tome 2), cepadues edition.

CHAMPALLE O. (2010). Utilisation des traces d'interaction comme outils d'aide à l'observation sur simulateur. In ATIEF, Ed., *3èmes Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH, RJC-EIAH 2010*, p. 101–106.

CLAUZEL D., SEHABA K. & PRIÉ Y. (2009). Modelling and visualising traces for reflexivity in synchronous collaborative systems. In *International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS 2009)*, p. 16–23 : IEEE Computer Society. lauréat du Best Paper Award.

CLAUZEL D., SEHABA K. & PRIÉ Y. (2010). Enhancing synchronous collaboration by using interactive visualisation of modelled traces. *Simulation Modelling Practice and Theory Journal*, **19**(1), 84–97.

CRAM D. (2010). *Découverte interactive et complète de chroniques : application à la co-construction de connaissances à partir de traces*. Thèse de doctorat en informatique, Université Claude Bernard Lyon 1.

CRAM D., JOUVIN D. & MILLE A. (2007). Visualisation interactive de traces et réflexivité : application à l'EIAH collaboratif synchrone eMédiathèque. *STICEF, (Numéro spécial Analyse des traces d'interactions dans les EIAH)*, **14**.

DJOUAD T., SETTOUTI L. S., PRIÉ Y., REFFAY C. & MILLE A. (2010). Un Système à Base de Traces pour la modélisation et l'élaboration d'indicateurs d'activités éducatives individuelles et collectives. Mise à l'épreuve sur Moodle. *Technique et Science Informatiques*.

EGYED-ZSIGMOND E., GUIN N. & MILLE A. (2009). *Réutilisation de l'expérience : modèles et applications*. Hermes Sciences Publications, ISBN 978-2-7462-2512-1, 256 pages.

HUSSAAN A. M. (2010). Utilisation des traces pour la mise à jour des connaissances du domaine et du profil de l'apprenant dans les EIAH adaptatifs. In *3èmes Rencontres Jeunes Chercheurs en EIAH, RJC-EIAH 2010*, p. 159–160.

IMBERT M. (2009). *Traité du cerveau*. Odile Jacob.

KANDEL E. R. & SCHWARTZ J. K. (1981). *Principles of Neural Sciences*. Elsevier Science Publishers.

KRZANOWSKI W. (1998). *Principles of Multivariate Analysis : A User's Perspective*. Clarendon Press, Oxford.

LAFLAQUIÈRE J. (2009). *Conception de système à base de traces numériques pour les environnements informatiques documentaires* . Thèse de doctorat en informatique, Université de Technologie de Troyes.

MARTIN J.-C. (1995). *Coopérations entre modalités et liage par synchronie dans les interfaces multimodales* . Thèse de doctorat en informatique, Ecole Nationale Supérieur des Télécommunications.

NIGAY L. (2001). *Modalité d'interaction et multimodalité*. Habilitation à diriger des recherches, Université Joseph Fourier - Grenoble I.

RAISAMO R. (1999). *Multimodal Human-Computer Interaction : a constructive and empirical study*. Phd. dissertation, Department of Computer Science, University of Tampere.

RENAUT C., BATIER C., FLORY L. & HEYDE L. (2006). Improving web site usability for a better e-learning experience. In *Current Developments in Technology-Assisted Education*, p. 891–896 : A. Méndez-Vilas, A. Solano Martín, J.A. Mesa González and J. Mesa González (Eds.).

SETTOUTI L. S. (2011). *Systèmes à Base de Traces Modélisées : Modèles et Langages pour l'exploitation des traces d'Interactions*. Thèse de doctorat en informatique, Université Claude Bernard Lyon 1.

SILBERNAGEL D. (1979). *Tatchenatlas der Physiologie*. Thieme.