

Processus d'adaptation sur un modèle apprenant basé sur une ontologie

BEHAZ Amel, Fac. des Sciences, U. de Batna
DJOUDI Mahiédline, Labo. SIC, Equipe IRMA
UFR Sciences SP2MI, Université de Poitiers Téléport 2

RÉSUMÉ. Tout processus d'adaptation repose sur un modèle de l'utilisateur, une représentation de ses caractéristiques que le système prend en compte. Les systèmes hypermédia adaptatifs sont basés sur le profil d'apprenant, les données de plus en plus nombreuses et volumineuses doivent s'adapter aux apprenants. A l'heure actuelle, les ontologies constituent une solution pour la représentation et le partage des connaissances. C'est dans ce contexte que se situent nos travaux de recherches, concernant la modélisation d'un apprenant dans un système hypermédia. Nous présentons une ontologie apprenant basée sur des résultats des travaux des théories cognitives pour la description des profils apprenants.

ABSTRACT. All process of adaptation rests on a user model, and the representation of the characteristics that the system must take into account. Adaptive hypermedia systems are based on learner's profile, more and more numerous and voluminous data must be adapted themselves to learners. At the moment ontologies constitute a solution for the representation and sharing of knowledge. In this context, is located our research work concerning the modeling learner in adaptive hypermedia. We present a simple ontology learning based on the results of cognitive theories for the description of learner profiles

MOTS-CLÉS : Hypermédia adaptatif, , web sémantique, ontologie, modélisation apprenant.

KEYWORDS: Adaptive hypermedia, semantic web, ontology, learner modeling

1. Introduction

Une nouvelle génération de systèmes avancés d'apprentissage doit intégrer des nouvelles approches pédagogiques donnant à l'apprenant un rôle actif pour apprendre et construire ses connaissances. Ces systèmes doivent être plus interactifs, mais surtout intégrer une vision plus centrée sur l'utilisateur. Les systèmes hypermédiés adaptatifs dans le domaine de l'enseignement à distance (e-Learning) proposent des solutions à ces problèmes (Brusilowsky *et al.* 2005), (De Bra *et al.*, 2004). L'objectif de ces systèmes est d'adapter la présentation de la connaissance et aider l'apprenant à naviguer à travers le graphe composé par l'ensemble des pages et des liens.

A l'heure actuelle les ontologies constituent une solution très prometteuse pour la représentation et le partage des connaissances (Dehors, 2005). Les travaux dans le Web sémantique (Corby *et al.*, 2004), (Duitama *et al.*, 2005), (Londo, 2006) et (Basque, 2008) tentent de rendre le contenu des ressources interprétable et réutilisable par les systèmes hypermédiés adaptatifs.

C'est dans ce contexte que se situe le champ d'application de nos travaux afin d'intégrer une nouvelle vision de représentation formelle. Dans cet article, Nous allons passer en revue les différentes techniques de modélisation des apprenants. Nous présentons ensuite notre approche de modélisation fondée sur une ontologie. Cette ontologie est basée sur des résultats des travaux des théories cognitives pour la description des profils apprenants plus précisément pour la représentation des préférences d'apprentissages. Nous terminons par la mise en œuvre d'un prototype afin de valider nos propositions et un bilan de nos travaux. Notamment à travers la description des apports essentiels de notre étude.

2. Approches de modélisation des apprenants

Le but de la modélisation de l'apprenant est de donner une description aussi complète et fidèle que possible de tous les aspects relatifs aux comportements de cet utilisateur. Les modèles utilisateurs dans les hypermédiés adaptatifs sont en général compatibles avec les standards IMS

(Ims., 2007) et PAPI (Public And Private Information) (Papi, 2007). Il suffit de choisir d'utiliser leurs structures et leurs vocabulaires pour former des paires attribut-valeur pour la construction des modèles.

L'adaptation nécessite des connaissances sur les utilisateurs (capacité, objectifs, préférences, styles d'apprentissage, historiques). Ces connaissances sont construites selon des modèles stéréotypes (classe d'individus) ou des modèles de recouvrement (individu). On remarque que dans les modèles stéréotypes le manque d'individualisation de l'adaptation. En effet, le modèle stéréotype propose le niveau minimal qu'une classe d'apprenants dispose sur un concept donné. Par contre le modèle de recouvrement représente exactement le niveau de connaissances de chaque individu dans le système. Il serait intéressant d'élaborer un modèle mixte des deux approches. Initialiser le modèle de l'apprenant à l'aide d'un stéréotype, puis l'affiner en utilisant un modèle de recouvrement (le réévaluer de nouveau en fonction de ses actions et réponses utilisant une méthode probabiliste). Par ailleurs, il existe deux manières d'obtenir de l'information sur les utilisateurs : l'acquisition explicite selon laquelle des interactions avec le système permettent de créer ou compléter le modèle. L'acquisition implicite selon laquelle le système infère l'information suivant le comportement de l'utilisateur et des règles d'inférences.

Le tableau 1 récapitule tous ces points :

Modèle		Apprenant
Caractéristiques	Modèle de Représentation	Acquisition
Capacité	Stéréotype/Recouvrement	Implicite
Objectifs et plans	Stéréotype/Recouvrement	Implicite/ Explicite
Styles d'apprentissage	Stéréotype	Implicite/ Explicite
Préférences	Stéréotype	Explicite
Historiques	Recouvrement	Implicite

Tableau 1. Récapitulation des modèles de représentation

3. Description de l'ontologie apprenant proposée

Plusieurs travaux ont proposé des solutions à base d'ontologies pour décrire des profils apprenants. (Razmerita, 2005) ont élaboré des modèles pour la représentation des connaissances des apprenants afin de pouvoir suivre et contrôler leurs activités.

Notre approche de modélisation est basée sur des résultats des travaux des théories cognitives pour la description des profils d'apprenants plus précisément pour la représentation des styles (préférences d'apprentissages). Le modèle apprenant proposé est défini comme une ontologie, comprenant diverses caractéristiques d'un utilisateur, à base de concepts, sous concepts et relations entre les différents concepts. Nous proposons de décrire un apprenant sous 4 facettes (Figure 1). Ces facettes sont décrites comme des notions abstraites dans l'ontologie:

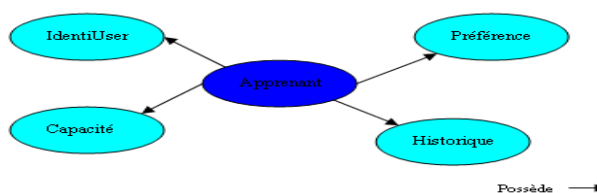


Figure 1. Ontologie apprenant élaboré.

– La première facette appelée **IdentiUser** est chargée de représenter les informations concernant un utilisateur particulier. Elle est composée d'attributs prédéfinis indispensables et communs à tous les utilisateurs : nom, prénom, identifiant, langue, type de média... se modélise

sous forme d'un ensemble de couples attribut-valeur. Exemple considérons A_1 un apprenant décrit ainsi : $\langle A_1, \langle \text{Nom}, "xxx" \rangle, \langle \text{langage}, \{ "français", "anglais" \} \rangle, \langle \text{media}, \{ "texte", "vidéo" \} \rangle \rangle$.

– La deuxième facette appelée **Préférences** chargée de représenter les préférences d'apprentissages chez les apprenants. Cette composante est basée sur la théorie des types psychologiques de MBTI (Myers-Briggs Type Indicator) et inspiré directement de la théorie des types psychologiques de Carl Gustav Jung (Todd, 2004), aboutissant à la conception d'un indicateur MBTI. Le MBTI est un outil qui permet à un individu d'être conscient de ses propres préférences comportementales. Selon cette théorie, chacun possède une préférence naturelle. Dès leur jeune âge, les individus manifestent des différences entre les manières d'apprentissages :

Certains préfèrent recevoir des instructions complètes et précises avant de commencer une nouvelle tâche : (T);

Certains préfèrent passer immédiatement à l'action et apprendre sur le tas : (F);

Certains ont besoin de terminer le sujet en cours avant de passer au suivant : (J);

Certains ont besoin de souplesse, de possibilités d'exploration : (P);

Certains ont besoin de temps et d'espace pour : (L);

Enfin, certains sont très rapides dans l'assimilation des apprentissages : (R).

Cette composante se modélise sous forme d'un vecteur conceptuel $V_p = (T_p, F_p, J_p, P_p, L_p, R_p)$, ce vecteur permet de spécifier le style psychologique MBTI de l'apprenant et donc de renseigner sur ces préférences d'apprentissages. Il existe des questionnaires permettant de déterminer le type psychologique d'une personne. Par exemple les types psychologique d'un apprenant A_1 est décrit comme suit: $\langle A_1, \langle T_u, "20\%" \rangle, \langle F_u, "15\%" \rangle, \langle J_u, "35\%" \rangle, \langle P_u, "10\%" \rangle, \langle L_u, "20\%" \rangle, \langle R_u, "10\%" \rangle \rangle$

– La troisième facette appelée **Capacité** (connaissance) chargée de représenter ou de donner un niveau de connaissance d'un apprenant pour un concept. Cette connaissance est modélisée par un stéréotype (classe d'individus) qui peut être obtenu à l'aide d'un test de niveau (QCM). Le modèle stéréotype permet la modélisation de la connaissance dans un groupe. L'apprenant est classé sous un stéréotype, hérite de ses propriétés et dispose des adaptations élaborées par le stéréotype en question.. Les valeurs possibles sont: **bas, moyen, excellent** cette échelle nous permet d'avoir plus de précision sans qu'elle soit trop profonde.

– La quatrième facette appelée **Historique** est chargée de garder trace de l'état des historiques d'un apprenant. Mémorisation de la navigation et des ressources lues dans les documents. Cette représentation permet de donner la date du parcours d'une ressource ou encore les chemins de parcours dans l'ordre de navigation. Exemple le parcours de l'apprenant A_1 est décrit ainsi: $\langle A_1, \langle "Réseau", "définition", "22/02/05" \rangle, \langle "Réseau", "description", "23/02/05" \rangle \rangle$. La troisième et la quatrième facette vont évoluer de manière automatique et dynamique au fur et à mesure que l'apprenant va acquérir de nouvelles connaissances.

Pour présenter les ontologies, nous avons choisi d'utiliser le logiciel d'édition d'ontologies Protégé (Protégé, 2006). Protégé présente les taxonomies de classes sous la forme d'arbre de composites (Figure 2).

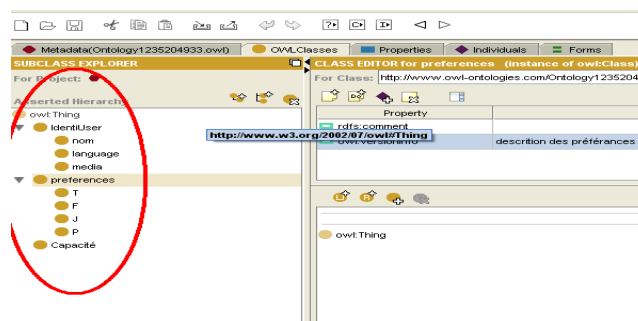


Figure 2. Représentation dans protégé de l'ontologie Apprenant

Une partie du code source généré.

```
?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
.....
  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1235204933.owl" >
  <rdf:Description rdf:about="#IdentiUser">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Class"/>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="#nom">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Class"/>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#IdentiUser"/>
  </rdf:Description>
.....
  <rdf:Description rdf:about="#preference">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Class"/>
  </rdf:Description>
  <rdf:Description rdf:about="#J">
    <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#Class"/>
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#preference"/>
  </rdf:Description>
.....
  <rdf:Property rdf:ID="Possède">
  <rdfs:label xml:lang="en"> Possède </rdfs:label>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Apprenant"/>
  <rdfs:range rdf:resource="# Capacite"/>
  </rdf:Property>
...

```

Les ontologies du domaine sont détaillées dans nos travaux (Behaz, 2007) Il y a une ontologie des concepts O_{Concept} et une ontologie des ressources $O_{\text{ressource}}$. L'ontologie ressources $O_{\text{ressource}} = \{O_{\text{métadonnées}}, O_{\text{sémantique}}\}$ est décrite par deux ensembles de métadonnées, Ces métadonnées peuvent être classifiées en deux grandes catégories. La première $O_{\text{métadonnées}}$ décrit les caractéristiques éducatives de la ressource (auteurs, titre, langue, média, durée, ...) et se modélise par un ensemble de couples "attribut – valeur". Cette partie est comparable aux métadonnées décrites dans les normes actuelles comme LOM. La deuxième catégorie $O_{\text{sémantique}}$ qui permet de décrire la sémantique de la ressource et de classer les ressources en différentes catégories en se basant sur leurs contenus, leurs usages et les finalités de ces usages.

Usage est décrit sous forme d'un vecteur conceptuel $V_u = (Tu, Fu, Ju, Pu, Lu, Ru)$, ce vecteur permet de spécifier que le contenu de la ressource est plutôt adapté pour un style d'apprentissage donné donc pour un style psychologique MBTI. Par exemple la ressource <"Modèle OSI ", "définition"> ayant le vecteur conceptuel $V_u = (Tu:25\%, Fu:5\%, Ju:30\%, Pu:4\%, Lu:30\%, Ru:6\%)$, indique que cette ressource est plus adaptée à un profil apprenant qui préfère terminer sa tâche avant de passer à la suivante (Tu:25%), qui privilégie l'aspect bien structuré (Ju:30%) et qu'il est long dans l'assimilation (Lu:30%) etc. L'affectation des paramètres d'une ressource est effectuée par le concepteur (ou un annotateur) connaissant le contenu, l'usage possible et la finalité de cette ressource. Cette affectation est réalisée via une interface ergonomique (formulaires, questionnaire, etc.) masquant les détails techniques lors de la déposition d'une ressource. Par la suite, la valeur d'un vecteur d'usage V_u d'une ressource peut être modifiée (ou ajustée) manuellement par le concepteur de la ressource ou d'une manière automatique par le système.

4. Génération dynamique au profil d'un apprenant

La construction de l'hypermédia est réalisée au fur et à mesure que l'apprenant visualise un cours. La génération de contenus démarre lorsque l'apprenant décide d'activer un concept qu'il voudrait suivre, ou lorsqu'il clique sur un lien hypertexte qui l'amène vers un autre concept du même cours ou d'un autre cours. Le Générateur de l'hypermédia (GH) permet de composer des pages, relatives à un concept donné, à partir de différentes ressources. Ces ressources doivent être ordonnées les unes par rapport aux autres. Ensuite, le GH fournit une liste de liens sur cette page composée (figure 3).

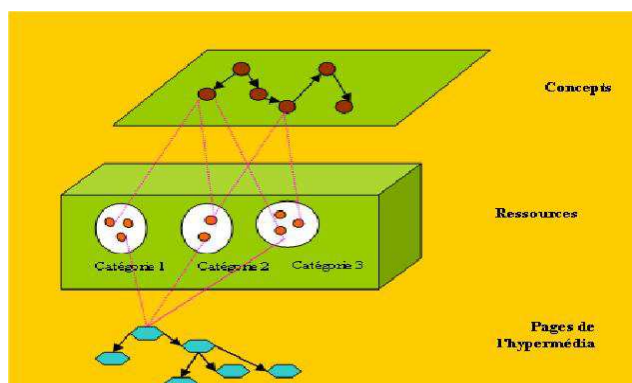


Figure 3. Processus de génération de l'hypermédia.

L'identification des ressources pertinentes à un concept est basé sur le modèle apprenant et sur le modèle des connaissances du domaine. Le système construit une requête vers la base des ressources. Cette opération renvoie les identificateurs de ressources correspondantes au concept. Pour cela nous avons pensé à utiliser deux sortes de filtres le premier permet d'extraire un sous ensemble de ressources pédagogiques qui sont en relation avec le concept donné et ayant le même niveau de connaissance qu'un apprenant. Le deuxième filtre permet d'effectuer le même genre d'extraction mais pour un type physique donné. Le résultat est une liste $L_{\text{ressource}}$ qui est soumise à un autre module qui compare l'usage sémantique de chaque ressource de la liste avec la description des préférences d'apprentissage de l'apprenant. Cette comparaison est réalisée en utilisant une distance D qui calcule la distance (au sens vectoriel) entre le vecteur V_p décrivant les préférences d'apprentissage de l'apprenant et le vecteur V_u usage de chaque ressource. Une autre liste $L'_{\text{ressource}}$ est alors proposée à l'apprenant. Cet ensemble de ressources se rapprochent le plus des styles d'apprentissages de l'apprenant. Ceci assure donc une meilleure assimilation des connaissances au rythme et aux capacités de compréhension de chaque apprenant.

A la fin des étapes précédentes, le système dispose d'un ensemble de ressources pédagogiques qui correspondent toutes sémantiquement et physiquement aux besoins de l'apprenant. Il faut alors les organiser dans la page de l'hypermédia de façon à respecter les relations de précédences.

Une fois que le moteur de génération a construit le contenu d'une page, il faut que le système détermine les liens hypertextes permettant à l'apprenant d'accéder à d'autres concepts en rapport avec la page courante. Nous prenons en considération Les relations définies dans l'ontologie des concepts. Le système masque les liens hypertextes dont les pages cibles sont en inadéquation avec le modèle de l'apprenant (trop compliqués ou trop simples). L'annotation des liens hypermédia est réalisée en utilisant différentes couleurs.

Les traitements de présentation concernant la mise en forme des pages XML sont réalisés par des feuilles de styles. A chaque document XML généré est associée une feuille de style XSL permettant la représentation du document en HTML sur le navigateur de l'apprenant.

4.1 Mise à jour du modèle apprenant

Le modèle apprenant est mit à jour lorsque l'apprenant effectue un test (QCM) validant son degré de connaissance du concept. Ce test est fournit à la fin de chaque lecture d'une ressource. La mise à jour du modèle consiste à modifier les valeurs représentant le niveau de connaissance de l'apprenant et ceci pour un certain nombre de ressources d'un concept donné. Exemple de règle de mise à jour du niveau de l'apprenant.

IF ((lire (concept)) and (niveau (apprenant, concept) < moyen))

THEN niveau (apprenant, concept) = moyen

Cette règle décrit le fait que la lecture d'un concept dont la connaissance est inférieure à "moyen" entraîne la mise à jour du niveau de l'apprenant à "moyen".

Historique va évoluer aussi de manière dynamique et automatique au fur et à mesure que l'apprenant va suivre de nouvelles connaissances. Ainsi des traitements ultérieurs sur les traces de parcours de l'apprenant peuvent être exploités pour affiner le profil de l'apprenant ou les descriptions des usages des ressources.

5. Un Prototype

Pour valider nos propositions un prototype est développé autour de XML et Java, destiné aux étudiants et enseignants de la communauté universitaire (Behaz *et Al.*, 2008). Ce prototype est encore à un stade expérimental au niveau de l'université de Batna en Algérie. Nous confirmons l'importance du nombre des ressources pédagogiques impliqués pour pouvoir prétendre avoir un système qui s'adapte réellement à l'apprenant. Or la production de ces ressources n'est pas des plus triviales, et coûte énormément cher en termes de temps et d'efforts. L'environnement MEDYNA (Figure 4) propose à l'apprenant une série d'onglets lui permettant de spécifier ses choix. Par exemple ses préférences (média, langue,...), des questionnaires sont aussi proposées permettant de déterminer les types psychologiques d'une personne, plus précisément pour la représentation des styles (préférences d'apprentissages). L'apprenant aura la liberté de navigation dans l'hypermédia tout en l'acheminant vers des parties adéquates à ses capacités de connaissances. Des tests associés à des concepts obligent l'apprenant à y répondre. La page visualisée est divisée en deux parties (Figure 4). La partie de gauche présente le plan du cours de façon hiérarchique, sur la partie de droite on peut visualiser le contenu de la partie qui est active et qui est en adéquation avec le modèle de l'apprenant.

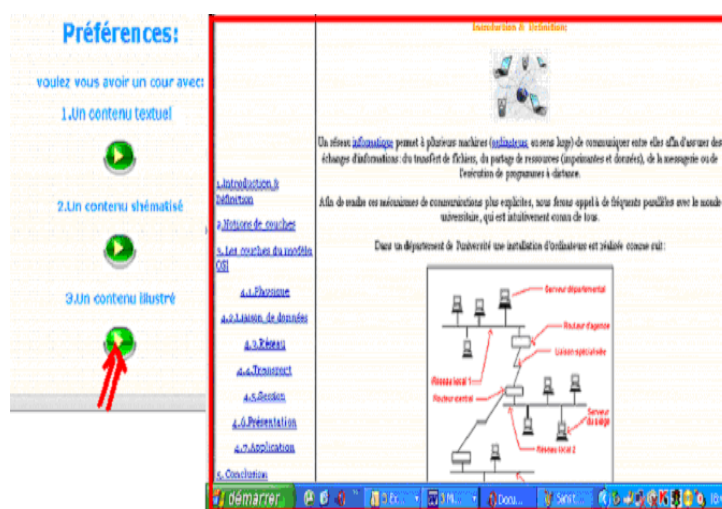


Figure 5. Page de l'hypermédia générée.

Dans les figures (Figure 6) et (Figure 7) une génération dynamique d'un même concept "Réseau" présenté à des apprenants de profils différents un de niveau de connaissances moyen qui préfère

terminer sa tâche avant de passer à la suivante, qui privilégie l'aspect bien structuré. Un autre apprenant de niveau excellent qui a besoin de souplesse, de possibilités d'exploration. Nous remarquons une adaptation tant au niveau de contenu que liens est effectivement réalisée. En effet, le contenu est généré différemment, plus de détails pour un apprenant moyen, moins de détails pour un apprenant excellent. Aussi, L'annotation des liens que nous proposons est réalisée en utilisant différentes couleurs pour souligner le degré de pertinence des ressources vers lesquelles pointent ces liens.

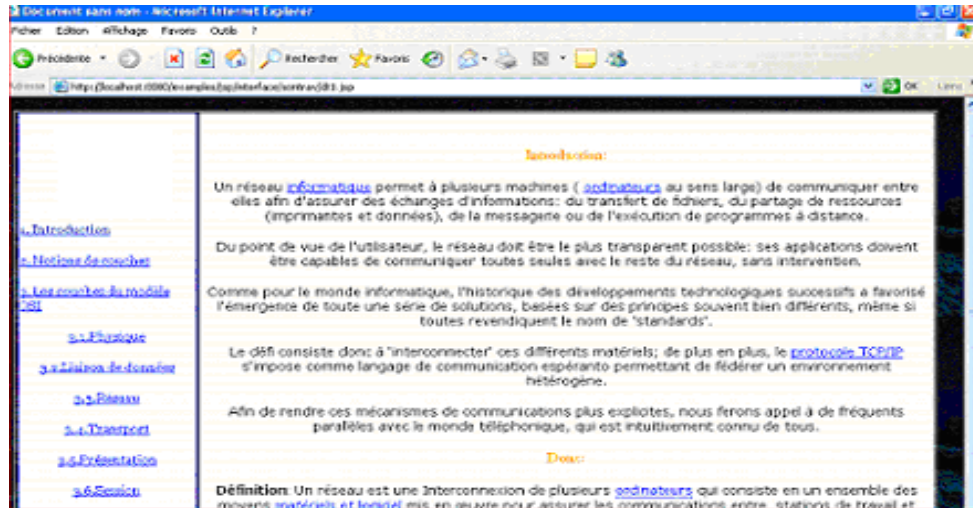


Figure 4. Page de l'hypermédia Pour un profil apprenant "moyen".

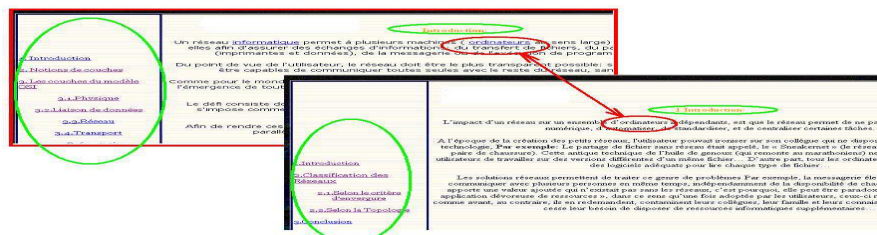


Figure 5. Pages de l'hypermédia Pour un profil apprenant "excellent"

5.1. Eléments de Comparaison avec d'autres modèles Utilisateurs

Dans cette partie nous allons essayer de comparer notre modèle avec certains modèles qui existent déjà. Certes, nous avons construit ce modèle en nous inspirant des modèles existants. Néanmoins, il propose un cadre général pour concevoir des modèles de l'utilisateur spécifiques pour n'importe quel domaine d'application. Notre modèle est bien compatible avec les standards IMS (Im., 2007) et PAPI (Public And Private Information) (Papi, 2007) car il réutilise un sous ensemble d'attributs sélectionnés. Dans certains systèmes comme ARIADNE (Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe) (ARIADNE, 2004), les cours ne sont adaptables que par les enseignants, ce sont leurs choix qui déterminent les caractéristiques des cours construits, les apprenants n'ont aucune influence. le système Métadyne (Delestre, 2000) offre des services plus améliorés, en effet les cours multimédia en ligne sont adaptables par les enseignants et adaptés par les apprenants. Nous choisissons les modèles Munich Model (Koch, 2001), INT (Duitama, 2005) et AHAM (De Bra, 2004) qui sont aussi des modèles généraux. Seulement, ils présentent quelques différences avec notre modélisation.

5.2.3. Le Munich Model

Le modèle Munich (De Bra, 2002) est composé d'une classe gestionnaire d'utilisateurs, qui est composée d'un ou de plusieurs utilisateurs. Un utilisateur possède des attributs nom d'utilisateur et email. Il contient également d'autres attributs, potentiellement quelconques. Les attributs sont divisés en deux, ceux qui dépendent du domaine, et ceux qui n'en dépendent pas.

Un attribut est constitué d'un nom et d'une valeur. L'identifiant est unique pour un utilisateur dans toute l'application. Les attributs dépendant du domaine sont liés aux composants du domaine. Ce modèle a une seule catégorie d'attributs indépendants du domaine. Dans notre cas nous en avons plusieurs, afin de pouvoir raisonner différemment sur différentes sortes d'attributs. Ce modèle ne permet pas de conserver la trace des documents parcourus : il n'y a pas d'historique, dans notre cas si.

5.2.4. Modèle INT

Dans sa récente thèse (Duitama, 2005) décrit le modèle de l'apprenant de la façon suivante. Le modèle de l'utilisateur est un triplet : $UM = \langle learner, preference, knowledge \rangle$ learner est l'identifiant de l'utilisateur. Les préférences de l'utilisateur correspondent à sa langue ou à sa présentation préférée. Chaque élément de l'ensemble des préférences est représenté par une paire $\langle attribute, value \rangle$. Les connaissances de l'utilisateur sont représentées par des triplets de la forme : $\langle domainConcept, role, educationalState \rangle$. Là encore, les connaissances sont séparées des attributs indépendants du domaine. Les attributs indépendants du domaine sont représentés par une paire nom/valeur (Jacquiot, 2006). Les attributs de connaissance possèdent une valeur (*educational-state*) et un rôle, correspondant au type de la connaissance acquise (connaissance pratique, théorique, histoire du concept, etc).

5.2.5. Modèle AHAM

Le modèle de l'utilisateur de AHAM est relativement peu formalisé (De Bra, 1999). Il reste très général. Dans AHAM, le modèle de l'utilisateur est constitué d'attributs, qui correspondent le plus souvent à la connaissance de concepts. Pour chaque entité, un certain nombre de paires attribut-valeur sont stockées, comme, par exemple, le fait qu'un concept ait été lu ou le niveau de connaissance d'un concept. Les données relatives aux utilisateurs sont stockées dans une table. Cette table contient l'état des connaissances que l'utilisateur a du domaine, ainsi que ses préférences si nécessaire. La façon dont les caractéristiques des utilisateurs sont mises en relation avec les autres éléments du modèle est implicite. Il n'y a pas d'historique. Il n'y a pas d'attributs prédéfinis.

5. Conclusion

L'adaptation des services d'apprentissage est la caractéristique essentielle pour concevoir une nouvelle génération d'applications sur le Web. L'adaptation d'un hypermédia nécessite l'accès aux données utilisateurs ou à des mécanismes permettant d'inférer les caractéristiques et le contexte des utilisateurs.

La représentation des connaissances à base d'ontologie est le mécanisme le plus adapté pour réaliser la vision du Web Sémantique. La modélisation d'utilisateur à base d'ontologie nécessite une structure référentielle classique statique et une partie adaptative qui doit évoluer en prenant en compte des progrès de l'apprenant conformément à sa Capacité, préférence, son style d'apprentissage, etc.

Nous avons présenté, une nouvelle approche de modélisation de l'apprenant dans un système hypermédia adaptatif. Une ontologie apprenant basée sur des résultats des travaux des théories cognitives pour la description des profils apprenants plus précisément pour la représentation des préférences d'apprentissages. Il semble donc utile d'avoir à disposition un certain nombre d'attributs prédéfinis, dont certains peuvent être optionnels, et de donner un cadre pour faciliter la création d'attributs non-prédéfinis. Il est difficile de fournir à l'utilisateur final l'information dont il a besoin à l'instant précis où il en a besoin. L'accès à une information pertinente, adaptée aux besoins et au contexte de l'utilisateur est un vrai challenge.

Bibliographie

ARIADNE, <http://ariadne-eu.org>, Visité en novembre 2004

- Basque J., Paquette G., Pudelko B. *et al.*, "Collaborative Knowledge Modeling with a Graphical Knowledge Representation Tool: A Strategy to Support the Transfer of Expertise in Organizations.," *Knowledge Cartography. Mapping Techniques and Software Tools.*, A. Okada, S. B. Shum and T. Sherborne, eds., London: Springer-Verlag, 2008.
- Behaz A., Djoudi D., *Génération dynamique de documents hypermédias adaptatifs dans un environnement numérique de travail*, Revue Africaine de la Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées (ARIMA), ISSN 1638-5713, Vol. 3, November 2005.
- Amel Behaz, Mahieddine Djoudi (2008) "Modélisation de l'apprenant dans les systèmes hypermédias adaptatifs". *International Conference on Web and Information Technologies "ICWIT '08" Sidi Bel Abbes 29- 30 Juin*
- Brusilovsky P. Nejdl, « Adaptive hypermedia and Adaptive Web », In: M. P. Singh (ed.) *Practical Handbook of Internet Computing*. Baton Rouge: Chapman Hall & CRC Press, pp. 1.1-1.14, 2005
- Corby et Al « Querying the Semantic Web with the Corese conception & development search Engine,», *proceeding of European Conference on Artificial Intelligence ECAI*, 2004.
- De Bra P., Nejdl W., « Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems », *Third International Conference*, AH 2004, Eindhoven, The Netherlands, August 23- 26, 2004.
- Dehors S. « QBLIS : web sémantique de formation pour un apprentissage par questionnement », *EIAH Montpellier* 2005.
- Delestre N. « METADYNE, un Hypermédia Adaptatif Dynamique pour l'Enseignement », Thèse de l'Université de Rouen, Soutenue le 20 Janvier 2000.
- Duitama F., Defude B., Bouzeghoub A., and Carpentier C., « *A framework for the generation of adaptive courses based on semantic metadata* », *Multimedia Tools and Applications*, 2005.
- IMS <http://www.imsglobal.org/profiles/index.html>. Ims learner information package specification. (Consulté octobre 2007).
- Lando P. « *Conception et développement d'applications informatiques utilisant des ontologies : application aux EIAH* » RJC-EIAH 2006
- LOM <http://ltsc.ieee.org/wg12/>. Learning object metadata.
- Papi Papi learner, draft 8 specification. <http://edutool.com/papi/>. (Consulté nov 2007).
- Razmerita, L., User modeling and personalization of the Knowledge Management Systems, book chapter, in *Adaptable and Adaptive Hypermedia*, by Idea Group Publishing, 2005.
- Scorm <http://www.adlnet.org/>.
- Reyes, E., Saleh I., « hypermedia semantic pedagogical content » 3rd. *International conference on Technology, Knowledge and society*. Cambridge University. Cambridge, Angleterre janvier 2007.