

Ontologie de la sémantique de l'annotation pédagogique de l'apprenant

Hakim MOKEDDEM ¹, Faiçal AZOUAOU ¹, Cyrille DESMOULINS ²

¹ Ecole nationale Supérieure en Informatique (E.S.I)

Oued Smar Alger, Algérie

{h_mokeddem, f_azouaou}@esi.dz

² CLIPS- IMAG, University Joseph Fourier

BP 53 38041 Grenoble cedex 9 France

{Cyrille.desmoulin}@imag.fr

Résumé. Cet article vise à définir une ontologie de la sémantique des annotations de l'apprenant afin de la réutiliser dans un outil d'annotation pédagogique. L'ensemble des annotations créées par l'apprenant avec cet outil, constitue une mémoire pédagogique pour l'apprenant. Nous commençons par définir les concepts de mémoire externe et d'annotation de l'apprenant et nous définissons ensuite la sémantique de l'annotation de l'apprenant. Afin d'identifier et de modéliser cette sémantique de l'annotation, nous concevons une ontologie des objectifs (sémantique) de l'annotation en suivant la démarche proposée par [1]. Finalement nous décrivons l'implémentation de cette ontologie dans l'outil d'annotation.

Mots clés : e-learning, annotation, apprenant, ontologie, situation active d'apprentissage, OWL.

1 Introduction

Pendant son apprentissage, l'apprenant réalise différentes activités pédagogiques, lors desquelles, il manipule différents types d'objets pédagogiques. Ces objets pédagogiques peuvent être un exercice, une simulation, un texte, un QCM, etc. La manipulation de ces objets se déroule dans le cadre de situation active d'apprentissage, dans laquelle, l'apprenant devient un acteur prenant de son propre apprentissage.

Pendant la réalisation de ses activités, l'apprenant a besoin de mémoriser ses idées directement sur les objets pédagogiques qu'il manipule afin de pouvoir les retrouver et les réutiliser ultérieurement.

Cet ensemble d'annotations, représentent une mémoire d'apprentissage de l'apprenant, qui contient les traces de son apprentissage. Chacune de ces annotations possède une sémantique, où cette sémantique représente l'objectif d'annotation de l'apprenant lors de la création de cette annotation.

Afin que ces annotations puissent être manipulées par les agents logiciels, et partagées avec d'autres apprenants, la sémantique de ces annotations doit être représentée de manière formelle, et pour cela, nous utilisons le modèle de l'ontologie [2] où chacun de ses concepts représente un objectif d'annotation de l'apprenant [3].

Ainsi, l'objectif principal de ce travail, est de présenter notre proposition d'une ontologie de la sémantique des annotations pédagogiques de l'apprenant. Cette sémantique renvoie aux objectifs d'annotation de l'apprenant dans une situation active d'apprentissage. Afin de concevoir une ontologie de qualité, nous suivons dans ce travail la méthodologie de conception proposé par Noy [1].

Cet article est organisé comme suit. Dans la première section, nous présentons le concept de mémoire externe de l'apprenant. Nous définissons ensuite l'annotation et l'importance de formaliser sa sémantique. Dans la troisième section nous développons l'ontologie des objectifs (sémantique) d'annotation suivant la méthode de conception d'ontologie proposée par Noy[1]. Enfin nous décrivons l'aspect informatique de l'implémentation de cette ontologie.

2 Mémoire externe de l'apprenant

L'apprenant a besoin de mémoriser les traces de son apprentissage lors de la réalisation d'une activité d'apprentissage. Ces traces peuvent être des connaissances acquises ou des remarques personnelles prises sur le document. La mémorisation de ces traces facilite à l'apprenant d'éventuelles reprises sur le document.

Pour soulager sa mémoire humaine, l'apprenant utilise souvent une mémoire externe pour mémoriser ses traces. Une mémoire externe personnelle est un support externe qui a pour objectif d'aider une personne dans la gestion de ses propres connaissances [4].

La mémoire externe de l'apprenant peut être de divers types : support papier, fichier ou outils informatiques. Nous pensons qu'avec le développement de la technologie et des systèmes pour l'apprentissage à distance, le support électronique est devenu le premier support pédagogique pour l'apprenant pour supporter la mémorisation des traces lors de la réalisation d'une activité d'apprentissage.

3 L'annotation de l'apprenant

Afin d'éclaircir le concept annotation, nous définissons l'annotation en général selon différents domaines et son utilité pour l'apprenant et nous montrons ensuite l'importance de la sémantique de l'annotation.

3.1 Définition de l'annotation

Il existe dans la littérature plusieurs définitions du concept d'annotation. Le trésor de la langue française [5] définit une annotation comme *une remarque manuscrite noté en marge d'un texte*. Du côté de la recherche, plusieurs définitions existent. Nous examinons certaines d'entre elles suivant le domaine de recherche.

D'abord dans le contexte des interfaces homme-machine, Cousins et Baldonado [6] définissent l'annotation comme un commentaire sur un objet tel que:

- l'annotateur veut qu'il soit perceptiblement distinguable de l'objet lui-même.

- le lecteur interprète comme perceptiblement distinguable de l'objet lui-même. Selon les psycholinguistes et les cognitivistes une annotation est une trace de l'état mentale du lecteur et une trace de ses réactions vis-à-vis du document [7]

D'après Desmontils [8] une annotation est une information graphique ou textuelle attachée à un document et le plus souvent placée dans ce document. Cette place est donnée par une ancre.

Dans le cadre du web sémantique [9] « une annotation est un commentaire, une note, une explication ou toute autre remarque externe qui peut être rattachée à un document web. » [10].

3.2 Utilité et sémantique de l'annotation pour l'apprenant

L'activité annotation est l'une des activités courantes de l'apprenant. Les études de Marshall [11] montrent que les apprenants utilisent les annotations en prévision d'une future utilisation et/ou comme support pour attirer l'attention du lecteur quand le contenu du document est difficile. Cette étude montre également que l'annotation enrichit l'activité d'interprétation de l'apprenant. Les apprenants annotent le document pour comprendre et mémoriser la compréhension afin de la retrouver facilement [3].

L'apprenant annoté le contenu du document dans l'objectif de mémoriser ses idées et remarques prises en manipulant les objets d'apprentissage. Cet objectif représente la sémantique de l'annotation dont l'annotation est porteuse [3]. Cette sémantique est la raison pour laquelle l'annotation est produite. Sans cette sémantique, l'annotation n'a ni sens ni utilité pour l'apprenant qui veut la réutiliser.

Afin de modéliser la sémantique de l'annotation, c'est-à-dire l'ensemble des objectifs d'annotation de l'apprenant, nous utilisons le concept d'ontologie [2], qui offre une *spécification d'une conceptualisation d'un domaine de connaissance* [12]. Ce domaine de connaissance est dans notre cas les objectifs d'annotation de l'apprenant. Cette ontologie représente également un index pour les annotations produites par l'apprenant [13].

4 Ontologie de la sémantique d'annotation

Il existe plusieurs méthodes pour le développement des ontologies. Pour concevoir l'ontologie de la sémantique des annotations de l'apprenant nous suivons la méthode itérative pour le développement des ontologies proposé dans [1]. Nous décrivons ci-dessous comment nous avons suivi chacune des étapes de cette méthode.

4.1 Le domaine et la portée de l'ontologie

Nous commençons le développement de l'ontologie par définir son domaine et sa portée et ce en répondant aux questions suivantes :

Quel est le domaine que va couvrir l'ontologie ? Le domaine de notre ontologie est l'objectif des annotations de l'apprenant en situation active d'apprentissage. Notre ontologie inclut donc les concepts qui décrivent les objectifs des annotations produites par l'apprenant dans la réalisation de ses activités d'apprentissage.

Quels sont les buts de développement de l'ontologie ? L'ontologie est conçue dans le but de formaliser et d'explicitier la sémantique (objectif d'annotation) des annotations produites par l'apprenant. Cette formalisation nous permet d'implémenter la sémantique des annotations dans un outil d'annotations dédié à l'apprenant.

Qui va utiliser l'ontologie ? L'ontologie n'est pas destinée à être utilisée par un être humain, mais elle est conçue pour permettre son utilisation par les agents logiciels : un outil d'annotation sémantique pour l'apprenant, qui lui permet de se constituer une mémoire pédagogique externe à partir de ses annotations.

4.2 Réutilisation des ontologies existantes

L'objectif de cette étape est de réutiliser des ontologies existantes même si elles ont un objectif différent du nôtre. Nous pouvons par contre réutiliser tout ou une partie de ces ontologies après les avoir adaptées à nos besoins.

Mille propose dans [3] une formalisation d'une ontologie de l'objectif d'annotation de l'apprenant. Cette ontologie contient des concepts génériques des objectifs d'annotation. Ces objectifs par contre ne sont pas spécifiques à l'apprenant et n'explicitent pas l'aspect « pédagogie » des activités pédagogiques de l'apprenant.

Il existe par contre dans la littérature des ontologies qui explicitent la sémantique pédagogique comme LOM [14], qui identifie les concepts de description des ressources pédagogiques et IMS-LD [15] qui identifie les concepts nécessaires à la modélisation d'un processus d'apprentissage. Ces ontologies par contre ne sont pas spécifiques aux objectifs d'annotation de l'apprenant.

4.3 Identification et structuration des concepts de l'ontologie

Pour identifier les principaux concepts de l'ontologie, nous nous basons sur les trois ontologies citées précédemment ([3], [14] et [15]) de la manière suivante.

Nous extrayons les objectifs d'annotation génériques spécifiés par Mille [3] et nous les enrichissons avec les concepts de la sémantique pédagogiques spécifiés par LOM [14] et IMS-LD [15].

Dans ce processus de conception nous suivons une approche TOP-DOWN en partant des concepts les plus génériques et nous suivons un processus itératif, où nous améliorons les concepts de l'ontologie et leur structuration dans chaque itération.

Nous présentons le résultat de notre travail dans la figure 1. Où nous présentons les concepts de l'ontologie structurés par la relation « is-a ».

Le modèle que nous présentons ci-dessous est une ontologie et non pas une taxonomie. Alors qu'une taxonomie s'intéresse aux termes d'un domaine donné, une ontologie s'intéresse à la formalisation des concepts de ce même domaine (dans notre cas, la sémantique des annotations de l'apprenant).

- Ajouter une remarque
 - Eclaircir
 - Clarifier un concept
 - Clarifier une idée
 - Clarifier une réponse
 - Critiquer
 - Critiquer un résultat
 - ... de recherche
 - ... d'une expérimentation
 - ... d'un exercice résolu
 - Critiquer un cours
 - Critiquer la structure
 - Critiquer la forme
 - Développer
 - Développer un concept
 - Ajouter des explicatifs
 - Ajouter des exemples
 - Développer une idée
 - Ajouter des arguments
 - Ajouter des exemples
 - Développer un résultat
 - Généraliser du résultat
 - Déduire d'autres résultats
 - Expliquer un passage
 - ... une question
 - ... un passage d'un cours
 - Expliquer graphiquement
 - Expliquer un algorithme
 - Expliquer une méthode
 - Expliquer textuellement
 - Expliquer un graphe
 - Expliquer un tableau
- Ajouter une référence
 - ... vers un autre document.
 - ... vers une partie du même document.
 - ... bibliographique
 - ... vers une question
 - ... vers une réponse
- Mémoriser une erreur de résolution d'exercice
- Mise en relation de deux passages
 - Mise en relation d'une question à une réponse
 - Mise en relation de deux réponses
 - Mise en relation de deux Questions
 - Mise en relation de deux idées
 - Mise en relation de deux concepts de cours
- Restructurer
 - Enumérer les étapes de résolution d'un exercice
 - Synthétiser
 - ...un cours
 - ...une définition
 - ...une idée
 - Restructurer un exercice
 - ... une démonstration
 - ... une réponse
 - ... une question
- Soutenir l'attention
 - Marquer un passage d'un cours
 - Marquer une question d'un exercice
- Exprimer une difficulté
 - ... dans un exercice
 - ... de comprendre une question
 - ... de résoudre une question
 - ... d'appliquer un théorème
 - ... d'interpréter un résultat antérieur
 - ... de déduire un résultat
 - ... dans un cours
 - ... de comprendre un concept
 - ...de comprendre un passage

Figure 1. Ontologie de la sémantique des objectifs d'annotation de l'apprenant

4.3.1 Explication de l'ontologie

Nous expliquons ci-dessous certains concepts identifiés dans notre ontologie:

Ajouter une remarque. Afin de bien comprendre le contenu d'un objet pédagogique, l'apprenant ajoute ses remarques personnelles qui représentent son point de vue à propos du passage annoté. Cet objectif est affiné en trois sous objectifs : éclaircir, critiquer et développer.

Eclaircir. Un apprenant peut ajouter un commentaire dans le but de clarifier un passage d'un cours ou d'un exercice.

Mémoriser une erreur de résolution d'un exercice. En résolvant un exercice, l'apprenant annote les erreurs qu'il commit.

Mise en relation de deux passages. L'apprenant peut mettre une relation sémantique entre deux passages. Ces deux passages peuvent correspondre à deux idées, ou questions par exemple.

Soutenir l'attention. Les études de [11] ont montré que les annotations deviennent une trace visible qui marque l'attention du lecteur. Ces annotations sont utiles lors de la lecture d'un document, et ne nécessite pas une mémorisation pour une future réutilisation [3].

Exprimer une difficulté. En essayant de comprendre une question ou un concept, l'apprenant peut trouver des difficultés pour les assimiler. L'annotation de cette difficulté rencontrée permet à l'apprenant de retrouver cette difficulté afin de la traiter ultérieurement.

4.4 Propriétés des classes

Puisque les classes seules ne fournissent pas les informations suffisantes pour représenter l'objectif des annotations du travail réel de l'apprenant, on doit alors décrire la structure interne de chaque concept.

Tous les concepts de l'ontologie possèdent deux propriétés : identifiant + nom.

Comme résultat nous obtenons les propriétés suivantes :

Le concept	Propriété 1	Propriété 2
Ajouter une remarque	Identifiant	Nom
Eclaircir	Identifiant	Nom
Clarifier un concept	Identifiant	Nom
Clarifier une idée	Identifiant	Nom
Clarifier une réponse	Identifiant	Nom
Critiquer	Identifiant	Nom
...	Identifiant	Nom

Tableau 1. Propriétés des classes

4.5 Les instances

La dernière étape consiste à fournir les instances des classes dans la hiérarchie. Nous fournissons une instance dans le tableau suivant des classes Ajouter une remarque, Mémoriser une erreur de résolution d'un exercice, Exprimer une difficulté et Mise en relation de deux passages.

Concept	Propriété	Valeur simple
Ajouter une remarque	Nom	Le cours ne contient pas de schéma suffisant pour expliquer ce concept.
Mémoriser une erreur de résolution d'un exercice	Nom	L'application du théorème contient des erreurs.
Exprimer une difficulté	Nom	Question 1 mal compris
Mise en relation de deux passages	Nom	La courbe de la fonction dépend des limites trouvées

Tableau 2.Instance des classes

5 Implémentation de l'ontologie

Nous décrivons dans cette partie les aspects liés à l'implémentation de notre ontologie. L'ontologie est représentée dans OWL, un langage formel basé sur XML, qui permet d'explicitier de manière formelle les concepts qui la composent. Grâce à OWL, cette sémantique peut être partagée entre les agents logiciels tels que l'outil d'annotation de l'apprenant ou ceux de ses collègues.

5.1 Le langage OWL

OWL [16] est conçue pour être utilisée par les applications qui ont besoin de traiter le contenu des informations au lieu de simplement présenter les informations à l'utilisateur.

OWL facilite une grande interprétation du contenu du web que celui fournit par XML, RDF ou RDF Schema (RDFS) en fournissant un vocabulaire riche avec une sémantique formelle.

OWL est subdivisé en trois sous langages : OWL Lite, OWL DL et OWL Full. OWL Lite est destiné à être utilisé dans les situations où seulement une simple hiérarchie de classe et des contraintes simples sont nécessaires. OWL DL est beaucoup plus expressives que OWL Lite, il permet ainsi d'automatiser le calcul de la classification hiérarchique et la vérification des incohérences dans une ontologie OWL DL. OWL Full est beaucoup plus expressives qu'OWL DL mais il ne permet pas d'automatiser le raisonnement au sein de l'ontologie. Dans notre cas, nous choisissons le sous langage OWL DL pour définir notre ontologie.

La figure 2 montre sa description avec OWL.

```

<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns="http://www.owl-ontologies.com/AnnotationLearnerOntology.owl#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
xml:base="http://www.owl-ontologies.com/AnnotationLearnerOntology.owl">
<owl:Ontology rdf:about="" />
<owl:Class rdf:ID="Ecl_réponse">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="Eclaircir"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Exp_diff_de_cours">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="Exprimer_une_difficulté"/>
  </rdfs:subClassOf>

```

Figure 2. Définition des classes OWL

5.2 Définition de l'ontologie de la sémantique des annotations avec OWL

Nous utilisons l'éditeur protégé [17] pour définir notre ontologie. Il permet de construire graphiquement la hiérarchie des classes et l'édition de l'ontologie dans le langage voulu. La figure 3 (voir ci-dessous) montre la hiérarchie d'une partie de l'ontologie sous protégé.

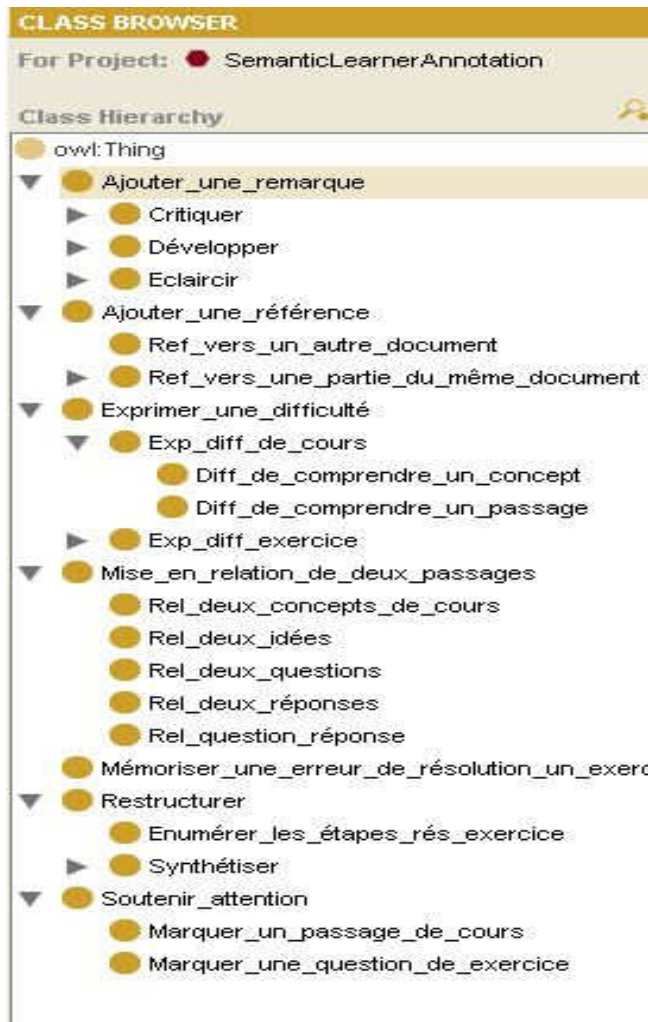


Figure 3. Hiérarchie des classes

5.3 Expression des annotations de l'apprenant

Les annotations prise par l'apprenant sur le document représentent les instances des classes de l'ontologie. Une instance d'une classe est rajoutée dans la balise représentant la classe dans le fichier OWL.

Pour relier les annotations produites par l'apprenant aux parties de document annotées, nous allons utiliser les technologies XPointer et XLink [18]. XPointer est une spécification du W3C qui permet de distinguer une partie d'un document XML. Elle désigne la partie du document annotée. XLink nous permet après de pointer sur le la partie du document annotée à partir du fichier OWL.

6 Conclusion et perspectives.

Notre objectif dans cet article est d'expliciter la sémantique de l'annotation produite par l'apprenant lors de la manipulation des objets pédagogiques. L'explicitation de la sémantique de l'annotation de l'apprenant lui permet de pouvoir mémoriser la sémantique de ces annotations de pouvoir les réutiliser ultérieurement.

Nous avons défini l'annotation en général et son utilité comme une mémoire pédagogique externe à l'apprenant qui supporte son activité d'apprentissage. Nous avons montré l'importance de la sémantique de l'annotation qui permet à l'apprenant de pouvoir interpréter le sens des annotations lors de leur réutilisation (remémoration).

A partir de ces définitions et ces utilisations nous avons développé une ontologie de la sémantique de l'annotation qui inclut des propriétés génériques (Ajouter une remarque, Critiquer, Développer, Mise en relation de deux passages, Soutenir l'attention...) et d'autres assez spécifiques qui caractérisent l'apprenant et ses activités (Un cours, Une réponse, Une question, Marquer une question d'un exercice..).

L'objectif du développement de l'ontologie est de l'implémenter dans un outil d'annotations dédiées à l'apprenant. Pour cela nous avons décrit l'ontologie avec le langage OWL qui permet d'expliciter les classes et leurs relations. La description formelle de notre ontologie vise à préparer son intégration dans l'outil d'annotation.

Comme une perspective à court terme, nous allons essayer d'enrichir l'outil d'annotation avec une ontologie domaine qui caractérise un domaine particulier d'enseignement, et une ontologie du contexte qui décrit le contexte dans lequel l'apprenant annoté son document.

Nous pouvons aussi enrichir l'ontologie de la sémantique d'annotation par l'ajout des classes détaillées qui héritent des classes déjà existantes. Cet enrichissement pourra se faire par le suivi des annotations produites par les apprenants. Le développement de services pour le suivi des annotations produites par les apprenants, peut nous aider à enrichir l'ontologie de la sémantique des annotations.

Bibliographie

1. Noy, N.F., et al., *Creating Semantic Web Contents with Protégé-2000*. IEEE intelligent systems, 2001. **16**(2): p. 60 - 71.
2. Guarino, N. *Understanding, Building, and Using Ontologies : A Commentary to 'Using Explicit Ontologies in KBS Development'*. in *IJHCS*. 1997.
3. Mille, D., *Modèles et outils logiciels pour l'annotation sémantique de documents pédagogiques*. Thèse., in *Département informatique*. 2005, Université Joseph-Fourier: Grenoble. p. 173 pages.
4. Tourtier, P.-A. and C. Amérgé. *Toward Human-Computer Collaboration*. in *The 6th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International'95)*. 1995. Tokyo, Japan.
5. Atilf. *Le trésor de la langue française*. 1992 [cited 2005; Available from: <http://atilf.atilf.fr/>].
6. Cousins, S.B., M. Baldonado, and A. Paepcke, *A systems view of annotations*. 2000.
7. Veron, M., *Modélisation de la composante annotative dans les documents électroniques*, Master de recherche. 1997, IRIT, Toulouse. p. 53.
8. Desmontils, E. and C. Jacquin, *Annotations sur le Web: notes de lecture*. 2002. p. 10-11.
9. Ovsianikov, I.-A., M.-A. Arbib, and T.-H. McNeil, *Annotation Technology*. International Journal of Human-Computer Studies, 1999. **50**(4): p. 329-362.
10. W3C. *The World Wide Web Consortium*. 2005 [cited; Available from: <http://www.w3.org/>].
11. Marshall, C., *Annotation: from paper books to the digital library*. Proceedings of the second ACM international conference on Digital libraries, 1997: p. 131-140.
12. Gruber, T.R., *Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. Int'l J. Human-Computer Studies, 1995. **43**(5/6): p. 907-928.
13. Euzenat, J., *L'annotation formelle de documents en (8) questions*. Ingénierie des connaissances, 2005: p. 251-271.
14. IEEE, *IEEE Standard for Learning Object Metadata, Learning Technology Standards Committee*.
15. Design, I.L. *IMS Learning Design*. 2005 [cited; Available from: , <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>].
16. McGuinness, D.L. and F. Van Harmelen, *Owl web ontology language overview*. 2004. p. 2004-03.
17. Noy, N.F., et al., *Protégé-2000: an open-source ontology-development and knowledge-acquisition environment*. 2003, AMIA Annu Symp Proc. p. 953.
18. Kahan, J., et al., *Annotea: an open RDF infrastructure for shared Web annotations*. Computer Networks, 2002. **39**(5): p. 589-608.