

Description et Classification des Services Web Sémantiques

Bedad Fatima,^a Haouas Abdelkader,^a Bouchiha Djelloul^b

^aDépartement informatique, Université d'USTO, Oran, Algérie

^bLaboratoire EEDIS, Université de Sidi Bel Abbes, Algérie

Résumé

Avec l'évolution du Web une nouvelle technologie a vu le jour ; il s'agit des services Web sémantiques (SWS). Cette nouvelle technologie permet d'automatiser la découverte, la composition et l'invocation des services à travers le Web. Pour faire la classification des services web sémantiques, nous proposons d'utiliser le principe de technique de rétro-ingénierie. La rétro-ingénierie est le processus d'analyse d'un système permettant l'identification des concepts et leurs corrélations. L'objectif de ce travail consiste à proposer une approche à base de rétro-ingénierie ontologique pour la description et la classification des applications SWS WSMO. L'approche consiste en deux grandes étapes : tout d'abord, l'extraction d'informations pertinentes à partir du code source du web services des SWS WSMO, ensuite l'analyse de l'information extraite à l'aide d'ontologie du domaine en faisant appel à un critère de similarité.

Mots clés : Service Web sémantique, WSMO, rétro-ingénierie ontologique, mesure de similarité;

Abstract

With the development of the web, a new technology has been introduced named Semantic Web Services (SWS). This technology enables automated discovery, composition and invocation of services through the web. To the classification of semantic web services, we propose to use the principle of reverse engineering technique. Reverse engineering is the process for analyzing a system by identifying its concepts and their interrelationships. The objective of this work is to propose an approach based on reverse engineering ontological for the description and classification of applications SWS WSMO. It consists of two steps. First, extracting useful information from the source code of web services WSMO SWS, and then analyzing the extracted data through the ontology domain by using a similarity criterion.

Keywords: Semantic Web Services, WSMO, reverse engineering ontological, similarity measure;

1. Introduction

Le World Wide Web (WWW), ou tout simplement le Web, permet d'accéder à des sources de données hétérogènes résidant n'importe où sur Internet [23]. Au cours des dernières années, le Web a rencontré deux changements révolutionnaires qui visent à le transformer d'une collection de documents statiques en un environnement intelligent et dynamique pour l'intégration de données.

La première technologie est celle des services Web. Ces derniers offrent des fonctionnalités accessibles via le Web en utilisant un ensemble de technologies courantes, telles que SOAP, WSDL, UDDI et XML.

La deuxième technologie est dite le Web sémantique [22]. C'est un Web intelligent qui permet d'enrichir les données existantes sur le Web par des descriptions formelles indiquant leur signification. La technologie du Web sémantique est basée sur les ontologies. Selon

Gruber, une ontologie est une spécification explicite d'une conceptualisation [24].

La limitation majeure de la technologie des services Web est que la découverte et la composition des services nécessitent encore une intervention humaine accrue. Ceci constitue un handicap, surtout avec les montées en charge des services Web. Pour résoudre ce problème, la communauté du Web sémantique a proposé d'enrichir les services Web avec un contenu sémantique de leurs fonctionnalités afin de faciliter leur découverte et leur intégration. Cette technologie, qui combine les techniques des services Web et du Web sémantique est appelée les services Web sémantiques (SWS) [24].

Plusieurs propositions ont été soumises au W3C pour la conception des services Web sémantiques (OWL-S [23], WSMO [22], WSDL-S [23], etc.). L'un des plus importants challenges était de permettre la construction d'applications flexibles au niveau de plusieurs entreprises et de permettre ainsi leur composition dynamique pour offrir à leurs clients les meilleures solutions. Dans cette optique, nous utilisons WSMO (Web Service Modeling

Ontology) comme plateforme de modélisation des services Web sémantiques. WSMO possède quatre composantes principales : les ontologies, qui fournissent la terminologie ultérieurement, les services Web qui fournissent un accès aux offres, les buts qui représentent les désirs de l'utilisateur et les médiateurs qui traitent le problème d'interopérabilité entre ces différentes composantes.

Pour être en phase avec l'évolution de la technologie, sans pour autant laisser tomber des années d'investissement et de savoir-faire, un nouveau domaine de recherche a vu le jour il y a plusieurs années dans le milieu académique, en l'occurrence la rétro-ingénierie. Son but est justement d'analyser un produit fini (un système d'information, des processus, un logiciel ou des interfaces, des applications web) pour déterminer la manière dont celui-ci a été conçu et identifier ses composants et leurs dépendances.

2. La rétro-ingénierie des services web sémantiques

Selon Chikofsky et al [08], La rétro-ingénierie est le processus d'analyse d'un système permettant l'identification des entités et leurs corrélations en vue passer d'une forme de représentation à une autre de niveau d'abstraction identique ou plus élevé. Cette activité consiste donc à examiner un existant, suivi éventuellement d'une remontée dans les niveaux d'abstraction, permettant ainsi une vue plus large du domaine et une meilleure compréhension du système d'information grâce à une redocumentation.

En effet, plusieurs travaux ont été menés dans ce dernier contexte de rétro-ingénierie ontologique. Nous citons notamment : Sabou et al [24], Buitelaar et al [24], Bell et al [3], [4].

A l'exception de l'approche Sabou et al. [24] qui est spécifique au SWS OWL-S, les autres sont génériques et ne traitent pas des spécificités de chaque ontologie de service. En outre, aucune n'est dédiée au SWS WSMO.

3. Etat de l'art

Le problème de la classification automatique des services Web sémantiques a été présenté dans des travaux antérieurs selon approches principales, que nous pouvons classer comme heuristique [11] et non-heuristique [07] et [19] :

- La première est basée sur l'utilisation des informations contenues dans les descriptions non-sémantiques du web service pour sélectionner une catégorie dans laquelle le web service convient le mieux, en utilisant le traitement du langage naturel, l'apprentissage de machine (machine learning), et les techniques de classification de texte.

- La deuxième consiste à utiliser les mêmes informations contenus dans les descriptions du web service d'une façon dynamique pour créer les catégories dans lesquelles le web service doit être classé, en utilisant des techniques de clustering.(soit hiérarchiques ou non hiérarchiques).

Les deux méthodes se basent sur l'utilisation des informations contenues dans les descriptions non-sémantiques du web service, et chacun d'elles utilise une méthode différente pour traiter ses informations et trouver la classification des services web sémantique.

De notre point de vue, cette approche a deux inconvénients principaux. Tout d'abord, l'hypothèse de trouver des mots pertinents et significatifs dans les descriptions non-sémantiques du web service est un point de départ très optimiste. Ensuite, faire le clustering implique que les catégories créées n'ont pas des noms significatifs, et la taxonomie de classification change dans le temps.

Notre contribution est consacrée au problème de la description et de la classification de service web sémantique. Nous proposons une approche qui se décline en deux grandes étapes: l'extraction d'informations pertinentes ou utiles et l'analyse de l'ensemble qui en résulte.

4. Approche proposée

Nous donnons tout d'abord une vue synthétique des étapes, leurs organisations et les outils qu'elles font intervenir (Fig. 1).

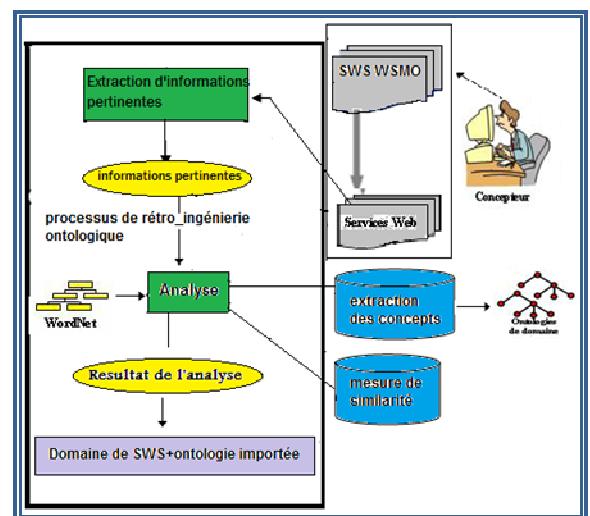


Fig. 1. Processus de description et de classification des SWS WSMO.

La première phase est l'extraction d'informations pertinentes à partir du service web. L'élément de base étant un SWS WSMO. L'information pertinente est représentée dans un tableau. La deuxième phase est l'analyse qui commence par une comparaison réalisée

entre les informations extraites précédemment et les concepts de l'ontologie de domaine en faisant appel à des techniques de distance sémantique. Cette opération de comparaison sémantique permet le calcul des liens sémantiques. Il en résultera l'inférence de nouvelles ontologies importées et du même domaine des SWS.

Initialement, nous supposons que:

- A partir des services web, nous pouvons extraire des concepts ou bien des informations et les représenter dans un tableau.
- Un concept de l'ontologie de domaine est indiqué par un champ du tableau.
- Il existe au préalable une ontologie qui est construite par des experts et que cette ontologie est spécifique à un domaine.

Nous présentons ensuite, de manière détaillée, les étapes du processus de description et de classification des SWS WSMO.

4.1. Extraction des informations pertinentes

Cette opération commence par le filtrage de l'élément structurant le service web du SWS WSMO suivi de l'extraction des mots clés { '[' , ' memberOf' } qui se trouvent en variables partagées des services web et enfin l'extraction des informations pertinentes qui se trouvent après le mot clé ' memberOf' et avant le mot clé '['.

Le filtrage consiste à parcourir le code du service web, et garder uniquement les plus pertinentes , le résultat en est un ensemble de concepts. Ces concepts vont être représentés sous forme de tableaux logiques pour faciliter leurs manipulations. Selon Lopresti et al. les tableaux sont la manière la plus adéquate pour représenter des données structurées [24].

4.2. Analyse

Elle se constitue d'une série de sous-étapes pour le traitement de l'information pertinente résultante de la phase précédente. Le résultat en est le calcul des liens sémantiques.

Identification des concepts d'ontologie : Ce traitement permet de déterminer les concepts d'ontologie du domaine qui appartiennent à l'application Web. Il est appliqué aux ontologies du domaine, et consiste à enlever les espaces, les traits d'union, etc. et garder uniquement les racines des termes telles qu'elles apparaissent dans WordNet¹. On en recueille un ensemble des termes qui

peuvent être identifiés plus tard comme des concepts d'ontologie.

Calcul de la mesure sémantique : Basée sur le calcul de la similarité, cette manipulation porte sur les informations retenues du service web qui se trouvent actuellement dans un tableau et les concepts des ontologies de domaine (cf. l'étape précédente).

Une mesure de similarité vise à quantifier la proximité sémantique des deux concepts. Pour calculer cette similarité sémantique, nous avons utilisé des approches qui se basent sur les liens taxonomiques « is-a » (hyperonymes) du WordNet. Ces techniques peuvent être classifiées en trois catégories :

a) *les mesures de similarité basées sur la longueur du chemin entre les concepts :* la LCH [24], Le WUP [24] et La mesure path. le dernier est égal à l'inverse de la longueur du plus court chemin entre les deux concepts.

$$A^*A \rightarrow R$$

$$sim(c_1, c_2) = 1/d(c_1, c_2)$$

$d(c_1, c_1) = 0$ et par la suite $sim(c_1, c_1)$ tend vers l'infini.

Pour cette raison, on pose : $sim(c_1, c_2) = 1/1+d(c_1, c_2)$ ce qui donne $sim(c_1, c_1)=1$, et pour tout autre objet c_2 , $sim(c_1, c_2) < 1$.

C'est cette mesure de similarité que nous avons utilisé dans notre approche.

b) *les mesures basées sur le contenu d'information :* le RES [24], le LIN [23] et la mesure JCN [23].

c) *les mesures basées sur le type des relations entre les concepts :* le HSO [24] ,le LESK [22], et la mesure VECTOR [23].

Une similarité entre deux concepts n'est prise en compte que si elle dépasse un certain seuil. Le seuil est une valeur prise entre 0 et 1. La valeur 1 indique qu'il y a une équivalence sémantique totale entre deux concepts.

Les Méthodes et les stratégies décrites ci-dessus seront utilisées dans l'étape de calcul de la distance sémantique dans notre processus de rétro-ingénierie ontologique comme suit: Nous avons un tableau correspondant à un web service. Nous disposons aussi d'une ontologie du domaine contenant des concepts; chaque concept pouvant éventuellement avoir un ensemble d'attributs. Ensuite, nous procérons à des calculs de distance sémantique pour identifier le domaine des SWS et importer de nouvelles ontologies.

Nous nous fixons au préalable un seuil pour la distance sémantique. Ensuite, si la distance sémantique entre un champ de tableau de web service et le champ de tableau d'un concept d'ontologie est égale au seuil fixé auparavant, alors on peut considérer que le SWS appartient au domaine de ce concept d'ontologie et que

¹ WordNet: est une base de données lexicale qui organise les noms et les verbes dans des concepts (synset) en hiérarchies de relations is-a. Chaque concept est décrit par une brève close.

par conséquent cette ontologie peut être importée dans SWS.

5. Algorithme de l'approche proposée

Comme il est décrit, notre approche consiste à construire le domaine du service web des SWS WSMO et en plus établir un ensemble enrichi de concepts et de relations. Cet ensemble réfère en premier lieu aux concepts identifiés dans l'étape précédente. Il est en second lieu enrichi des relations d'ontologie possédant comme extrémité l'un des concepts identifiés. Les concepts de l'autre bout de chaque relation sont aussi ajoutés à cet ensemble. A ce niveau là, des groupes de concepts seront formés. Chaque groupe représente un domaine pour la classification de notre objectif (SWS WSMO) et même un ensemble des ontologies importées selon chaque concept Oj de la deuxième étape (cf. Fig. 2).

Entrées

Les concepts d'Ontologie de domaine.
Les informations pertinentes de service web (champs de tableaux).
Une mesure de similarité.
Une stratégie de calcul de similarité entre ensembles.
Un seuil pour la mesure de similarité.

Sorties

Un ensemble de concepts.

Début-Algo

1- Créer un tableau d'éléments V1. Chaque élément possède comme attributs les champs des informations pertinentes du service web SWS WSMO.

2- Créer un tableau d'éléments V2. Chaque élément correspond à un concept d'ontologie de domaine.

3- Pour chaque élément Oi du tableau V1 **Faire**
Pour chaque élément Oj du tableau de concepts

V2 Faire

Calculer la similarité entre le concept de l'élément Oi et les concepts de l'élément Oj un par un ;

Si pour un élément de Oi la similarité est égal au seuil, *Alors* marquer l'objet Oi correspondant au "domaine" de l'objet Oj .

Fin-Si

Fin-Pour

Fin-Pour

Fin-Algo

Fig. 2. L'algorithme proposé

- **Complexité:** la complexité de cet algorithme est de l'ordre $O(n*m)$, avec n le nombre de tableaux , et m le nombre de concepts d'ontologie du domaine.

6. Expérimentation

Afin de mettre en œuvre notre approche et d'en évaluer les performances, nous considérons un exemple illustratif

tiré du web service de SWS proposé par l'outil de WSMO Studio.

Voici une partie de l'exemple proposé (cf. Fig. 3):

```
endNonFunctionalProperties
    definedBy
        ? child memberOf Child
        and ? child [ hasBirthdate hasValue ?birthdate ]
        and
        wsml#dateLessThan(?birthdate,wsml#currentDate())
        and ? child [ hasBirthplace hasValue ? location ]
        and ? location [ locatedIn hasValue oo#de ]
        or (? Child [ hasParent hasValue ? parent ]
        and? parent [ hasCitizenship hasValue oo#de ] )
```

Fig. 3. Une partie de l'exemple proposé

6.1. Résultats de l'extraction des informations pertinentes

Le filtrage du code permet d'extraire tous les mots qui figurent après le mot-clé {memberOf} et avant la séquence -clé {}.

Le filtrage de notre code donne lieu à trois thèmes remarquables qui forment l'ensemble {Child, location, parent}.

- {Child} : figure après le mot-clé 'memberOf'.
- {location, parent} figure avant celui '['.

On doit, selon ces trois thèmes, donner la classification de SWS WSMO et être à même de mener l'analyse de la phase suivante.

6.2. Résultats de la phase d'analyse

On fera l'analyse avec 3 ontologies de domaine qui sont : travel.owl, business.owl, Generations.owl. On fixe préalablement le seuil à 1.

Pour l'ontologie travel.owl : Les résultats de cette phase d'analyse sont mentionnés dans le tableau (cf. Tableau 1). Les concepts qui se trouvent à gauche du tableau présentant les concepts d'ontologie travel.owl.

Tableau 1

Mesure de similarité pour travel.owl

The concepts of ontology	The concepts of Web service		
	Child	location	parent
Accommodation	-1.0	-1.0	-1.0
BedAndBreakfast	-1.0	-1.0	-1.0
BudgetAccommodation	-1.0	-1.0	-1.0
Campground	-1.0	-1.0	0.062
Hotel	-1.0	-1.0	0.076

LuxuryHotel	-1.0	-1.0	-1.0
Activity	-1.0	-1.0	-1.0
Adventure	-1.0	-1.0	-1.0
BungeeJumping	-1.0	-1.0	-1.0
Safari	-1.0	-1.0	-1.0
Relaxation	-1.0	-1.0	-1.0
Sunbathing	-1.0	0.166	-1.0
Yoga	-1.0	-1.0	-1.0
Sightseeing	-1.0	-1.0	-1.0
Museums	-1.0	-1.0	0.076
Safari	-1.0	-1.0	-1.0
Sports	-1.0	-1.0	-1.0
Hiking	-1.0	-1.0	-1.0
Surfing	-1.0	-1.0	-1.0
Contact	-1.0	-1.0	-1.0
Destination	-1.0	-1.0	0.066
BackpackersDestination	-1.0	-1.0	-1.0
Beach	-1.0	-1.0	0.083
BudgetHotelDestination	-1.0	-1.0	-1.0
FamilyDestination	-1.0	-1.0	-1.0
QuietDestination	-1.0	-1.0	-1.0
RetireeDestination	-1.0	-1.0	-1.0
RuralArea	-1.0	-1.0	-1.0
Farmland	-1.0	-1.0	0.066
NationalPark	-1.0	-1.0	-1.0
UrbanArea	-1.0	-1.0	-1.0
City	-1.0	-1.0	0.062
Capital	-1.0	-1.0	-1.0
Town	-1.0	-1.0	0.062
AccommodationRting	-1.0	-1.0	-1.0

Pour cette analyse aucun résultat de calcul de la mesure de similarité n'est égal à 1, malgré que la similarité (location ,région) = 0.5 proche de notre seuil , on peut donc conclure que ce web service n'appartient pas au domaine de cette ontologie.

Pour l'ontologie business.owl : De la même manière, le tableau (cf. Tableau 2) donne les résultats suivants pour l'ontologies business.owl.

Tableau 2.

Mesure de similarité pour business.owl

Les concepts du web service	Child	Location	parent
Les concepts d'ontologie			
REA_Element	-1.0	-1.0	-1.0
Exchange_Element	-1.0	-1.0	-1.0
Agent	0.111	0.25	0.083
Agent_Type	0.111	0.25	0.083
Agreement	-1.0	-1.0	-1.0
Contract	-1.0	-1.0	-1.0
Agreement_Type	-1.0	-1.0	-1.0
Association	-1.0	-1.0	-1.0
Collaboration	-1.0	-1.0	-1.0
Association_Type	-1.0	-1.0	-1.0
Commitment	-1.0	-1.0	-1.0
Commitment_Type	-1.0	-1.0	-1.0
Event_Type	-1.0	-1.0	-1.0
Resource	-1.0	-1.0	-1.0
Resource_Type	-1.0	-1.0	-1.0
Stock_flow	-1.0	-1.0	-1.0
Recipe_Element	-1.0	-1.0	-1.0
Recipe	-1.0	-1.0	-1.0
Task	-1.0	-1.0	-1.0

Activity	-1.0	-1.0	-1.0
Interface_Activity	-1.0	-1.0	-1.0
Begin	0.076	0.166	0.062
End	0.142	0.25	0.1
Fail	0.090	-1.0	0.071
Fork	-1.0	0.11	-1.0
Join	0.083	-1.0	0.066
Transaction	-1.0	.0	-1.0
Transition	-1.0	-1.0	-1.0
Script_Element	-1.0	-1.0	-1.0
Process	-1.0	-1.0	-1.0
Process_Stock_flow	-1.0	-1.0	-1.0

Pour cette analyse non plus, aucun résultat des calculs de la mesure de similarité n'est égal à 1: il va donc de soi que ce web service est à exclure du domaine de cette ontologie.

Pour l'ontologie Generations.owl : Les résultats de la phase d'analyse figurent dans le tableau (cf. Tableau 3) :

Tableau 3.

Mesure de similarité pour Generations.owl

Les concepts du web service	Child	location	parent
Les concepts d'ontologie			
Sex	-1.0	-1.0	-1.0
Female	0.166	0.142	0.111
Person	0.333	0.166	0.166
Brother	0.142	0.1	0.125
Daughter	0.125	0.090	0.111
Father	0.111	0.083	0.5
GrandFather	0.125	0.090	0.142
GrandMother	0.125	0.090	0.142
GrandParent	0.142	0.1	0.166
Man	0.2	0.125	0.125
Mother	0.111	0.083	0.5
OffSpring	0.2	0.125	0.166
Parent	0.125	0.090	1.0
Sibling	0.2	0.125	0.166
Sister	0.142	0.1	0.125
Son	0.125	0.090	0.111
Woman	0.2	0.125	0.125
kid	1.0	0.142	0.111

Cette dernière analyse produit par contre un résultat où le calcul de la mesure de similarité donne 1.

La similarité (parent, parent) =1 : un cas évident.

La similarité (Child, kid) = 1 : un cas idéal, car kid est synonyme de child . D'où la possibilité de conclure que ce service web sémantique appartient effectivement au domaine d'ontologie Generations.owl, et que par conséquent celle-ci peut être importée à ce web service.

En résumé, comme exprimé auparavant, lors de la considération des 3 types d'ontologies, le résultat final est exposé dans le tableau (cf. Tableau 4):

Tableau 4.

Mesure de similarité pour les 3 ontologies

		Les ontologies	Ontologie 1 (seuil=1)	Ontologie 2 (seuil=1)	Ontologie 3 (seuil=1)
Les concepts	Child	0	0	1	
		Location	0	0	0

Tableau 5.

Comparaison entre les méthodes de classification des SWS

	Notre approche	[22]	[07]	[23]
Méthode utilisée	Rétro ingénierie ontologique + méthode similarité	le traitement du langage naturel + l'apprentissage de machine (machine learning) + les techniques de classification de texte .	Des techniques de clustering. (soit hiérarchiques ou non hiérarchiques).	Des techniques de clustering. (soit hiérarchiques ou non hiérarchiques).
Source analysée	les informations pertinentes du web service du SWS WSMO	les informations contenues dans les descriptions non-sémantiques du web service pour sélectionner une catégorie dans laquelle le web service convient le mieux	les informations contenues dans les descriptions du web service d'une façon dynamique pour créer les catégories dans lesquelles le web service doit être classé	les informations contenues dans les descriptions du web service d'une façon dynamique pour créer les catégories dans lesquelles le web service doit être classé
Résultat obtenu	Domaine du SWS et même d'importer des nouvelles ontologies	le SWS convient le mieux	le SWS convient le mieux	le SWS convient le mieux

8. Discussion

La rétro-ingénierie ontologique des services web s'applique à leurs codes sources qui sont décrits en WSDL WSMO. Elle fait intervenir une méthode qui consiste à utiliser la technique de mesures de similarité, en l'occurrence la méthode path pour identifier les relations entre tous les concepts. Comme résultat de ce processus, on aboutit à la classification des SWS WSMO et à l'importation de nouvelles ontologies.

L'approche proposée est supportée par un ensemble d'outils précisément WSMO Studio qui permet de générer les différentes composantes WSMO par des descriptions syntaxiques WSDL et Eclipse qui est un environnement de développement Java.

Le processus de rétro-ingénierie est un processus semi-automatique d'assistance du concepteur et de l'expert de domaine.

WordNet est utilisé ici comme base multilingue de données lexicales.

La fixation d'un seuil de distance sémantique signifie que le taux d'erreur est toléré. Nous admettons ce risque parce que le domaine de conception n'est pas déterministe, mais

Parent	0	0	1
--------	---	---	---

7. Etude comparative entre les méthodes de classification des SWS

Le tableau 5 fait une synthèse de la comparaison des méthodes de classification des SWS.

heuristique. Il n'y a pas un modèle unique correct pour une situation, mais seuls des modèles adéquats ou inadéquats [24]. En outre, l'implication de l'ontologie rend les résultats beaucoup plus adéquats pour le champ d'application. Pour éviter toute ambiguïté et obtenir des résultats plus réalistes, nous fixons le seuil à 1.

Le point fort de cette approche est qu'elle repose sur une référence sémantiquement très riche qui est en l'occurrence d'ontologie. Il est en outre possible d'affirmer qu'elle donne des résultats très satisfaisants qui permettent la réingénierie, la migration, la compréhension et l'évolution des applications Web.

Il est aussi à noter la possibilité de réutiliser et d'adapter ces procédés de l'approche WSMO à OWL-S, WSDL-S.

9. Conclusion

Le but de ce travail est de proposer une approche pour le service web sémantique en utilisant la rétro-ingénierie ontologique de domaine pour générer les liens sémantiques.

Notre approche consiste en deux phases: l'extraction d'informations pertinentes, et l'analyse. L'approche permet une classification des SWS WSMO selon le domaine d'ontologie.

A cette fin, nous considérons l'ontologie de domaine comme la principale source sémantique qui permet l'identification du domaine des SWS.

Après plusieurs expérimentations, les résultats obtenus ont été très satisfaisants en termes de qualité et de quantité. Les modèles générés par le processus de rétro-ingénierie ont été très proches de ceux attendus par les concepteurs. Le taux de descriptions sémantiques générées par le processus d'ingénierie direct a atteint une moyenne de soixante pourcent.

Références

- [1] Akkiraju, R., Farrell, J., Miller, J., Nagarajan, M., Schmidt, M.-T., Sheth, A., and Verma, K. (2005). Web Service Semantics – WSDL-S. Tech. rep., W3C. <http://www.w3.org/Submission/WSDL-S/>.
- [2] Banerjee, S., and Pedersen, T. (2003). Extended gloss overlaps as a measure of semantic relatedness. In Proceedings of the Eighteenth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Pages 805–810.
- [3] Bell, D., de Cesare, S., and Lycett, M. (2005). Semantic Transformation of Web Services. OnTheMove 2005 (SWWS 2005 Workshop), Springer LNCS 3762, pp: 856.
- [4] Bell, D., de Cesare, S., Iacovelli, N., Lycett, M., and Merico, A. (2007). A framework for deriving semantic web services. Information Systems Frontiers, Volume 9, Number 1, pp : 69-84, ISSN:1387-3326.
- [5] Berners-Lee, T. (1999). Weaving the Web. Harpur, San Francisco.
- [6] Berners-Lee, T., Hendler, J., and Lasilla, O. (2001). The Semantic Web. Scientific American.
- [7] Bruno, M., Canfora, G., Di Penta, M., Scognamiglio, R.: An approach to support web service classification and annotation. In Proceedings of the IEEE International Conference on e-Technology, e-Commerce and e-Services (EEE 2005), Hong Kong 2005.
- [8] Buitelaar, P., and Gmbh, D. (2003). Ontology Learning for Semantic Web Services. In Proceedings of ONLINE2003, Düsseldorf, Germany.
- [9] Ehrig, M., Haase, P., Hefke, M., and Stojanovic, N. (2004). Similarity for Ontologies - a Comprehensive Framework.
- [10] Gruber, T-R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. Knowl. Acquis., 5(2): 199–220.
- [11] HeB, A., Kushmerick, N.: Automatically attaching semantic metadata to Web Services. In Workshop on Information Integration on the Web (IIWeb2003), Acapulco, Mexico, 2003.
- [12] Hirst, G., and St-Onge, D. (1998). Lexical chains as representations of context for the detection and correction of malapropisms. In Fellbaum, C., ed., WordNet: An electronic lexical database. MIT Press. Pages: 305–332.
- [13] Jiang, J., and Conrath, D. (1997). Semantic similarity based on corpus statistics and lexical taxonomy. In Proceedings on International Conference on Research in Computational Linguistics, Pages: 19-33.
- [14] Leacock, C., and Chodorow, M. (1998). Combining local context and WordNet similarity for word sense identification. In Fellbaum, C., ed., WordNet: An electronic lexical database. MIT Press. Pages: 265–283.
- [15] Lin, D. (1998). An information-theoretic definition of similarity. In Proceedings of the International Conference on Machine Learning.
- [16] Lopresti, D., and Nagy, G. (1999). Automated table processing : An (opinionated) survey. In Proceedings of the Third IAPR Workshop on Graphics Recognition, pages 109–134, Jaipur, India.
- [17] Martin, D., Paolucci, M., McIlraith, S., Burstein, M., McDermott, D., McGuinness, D., Parsia, B., Payne, T., Sabou, M., Solanki, M., Srinivasan, N., and Sycara K. (2004). Bringing Semantics to Web Services : The OWL-S Approach. In Proceedings of the First International Workshop on Semantic Web Services and Web Process Composition (SWSWPC 2004), San Diego, California, USA.
- [18] McIlraith, S-A., Son, T-C., and Zeng, H. (2001). Semantic Web services. IEEE Intelligent Systems, Special Issue on the Semantic Web, Volume 16, Number 2, pp: 46-53.
- [19] Oldham, N., Thomas, C., Sheth, A., Verma, K.: METEOR-S Web Service Annotation Framework with Machine Learning Classification. In Proc. of the 1st Int. Workshop on Semantic Web Services and Web Process Composition (SWSWPC'04), California, July 2004.
- [20] Patwardhan, S., Banerjee, S., and Pedersen, T. (2003). Using measures of semantic relatedness for word sense disambiguation. In Proceedings of the Fourth International Conference on Intelligent Text Processing and Computational Linguistics. Pages: 241–257.
- [21] Resnik, P. (1995). Using information content to evaluate semantic similarity in a taxonomy. In Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence. Pages: 448–453.
- [22] Roman, D., Keller, U., Lausen, H., de Brujin, J., Lara, R., Stollberg, M., Polleres, A., Feier, C., Bussler, C., and Fensel, D. (2005). Web Service Modeling Ontology. Applied Ontology journal, Volume 1, Number 1, Pages : 77-106.
- [23] Sabou, M., Wroe, C., Goble, C., and Stuckenschmidt, H. (2005). Learning domain ontologies for semantic Web service descriptions. Journal of Web Semantics, Volume 3, pages 340-365, Number 4.
- [24] Wu, Z., and Palmer, M. (1994). Verb semantics and lexical selection. In 32nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Pages: 133–138.