

Recherche sémantique d'images annotées

ALLIOUA Sofiane¹, ZIZETTE Boufaïda²

¹Université de Tébessa, Algérie

allioua.sofiane@hotmail.fr

²Laboratoire LIRE, Université Mentouri, Constantine, Algérie

zboufaïda@gmail.com

Résumé : Les systèmes de recherche d'information actuels se limitent à une recherche par mots clés, basée sur le contenu textuel des documents. Bien que cette technique ait prouvé son efficacité dans de nombreux systèmes et plus spécialement dans les moteurs de recherche, les utilisateurs se retrouvent confrontés à la masse de documents retournés et à leur pertinence. Dans cet article, nous proposons l'architecture d'un moteur de recherche d'images sémantique, qui se distingue par un référencement des documents via des annotations sémantiques, et par une technique de recherche basée sur des ontologies de domaine formalisant les contenus cognitifs des images.

Mots clés: Recherche sémantique, web sémantique, image, annotation, ontologie, raisonnement.

Introduction

Le partage de l'information est devenu de nos jours, l'un des problèmes les plus complexes, du fait de la spécificité du web, de la croissance du nombre de documents, de la diversité des informations et de leurs formats. Pour libérer les utilisateurs d'une partie du travail de recherche et d'exploration des résultats, les approches actuelles de recherche d'information s'intéressent aux représentations des documents et aux techniques d'interrogation dans le but d'en récupérer les plus pertinents. Par ailleurs, les travaux récents sont confrontés à des problèmes très complexes liés à l'ambiguïté de la langue naturelle, la représentation de la sémantique des mots, les corrélations entre la requête et les documents, l'indexation, et le raisonnement [1].

Pour remédier à ces problèmes deux approches sont proposées:

(i) dans la première approche adoptée par la majorité des moteurs de recherche actuels [2], les documents sont décrits par une nomenclature qui les estampille par

un ensemble de descripteurs « mots-clés », La recherche se base sur des procédés syntaxiques, et dérisoires.

(ii) pour améliorer la recherche d'information, la deuxième approche intègre les outils du web sémantique tels que les ontologies, et les annotations sémantiques pour pouvoir ajouter l'aspect sémantique à ces systèmes [3].

Dans ce qui suit, nous proposons l'architecture d'un moteur de recherche d'images sémantique dans lequel la recherche ne se limite pas à trouver des ressources référencées par des mots clés, mais identifie la sémantique des mots d'une requête afin d'accéder aux informations les plus pertinentes. Pour cela les techniques de référencement et de recherche classique sont remplacées par celles dérivées du web sémantique. La phase de référencement est remplacée par une phase d'annotation sémantique dans laquelle la sémantique des mots utilisés est décrite par des axiomes logiques inclus dans une ontologie. Dans la phase de recherche, nous avons ajouté un processus de raisonnement sur les ontologies, ce qui augmente les possibilités de recherche tout en raffinant les résultats retournés.

L'article est organisé comme suit : la section 2 présente un état de l'art des travaux existants dans le domaine. Dans la section 3, nous décrivons l'architecture globale du système. Nous commençons par détailler le principe de l'annotation sémantique puis nous définissons les schémas de représentation des données du système. Le processus de raisonnement sémantique y est également décrit. Dans la section 4, nous illustrons une étude de cas traité par ce système. La section 5 apporte quelques perspectives à la suite d'une conclusion.

1. Travaux existants

La recherche sémantique est une inférence exécutée par un raisonneur sur un ensemble de règles et de relations entre les instances. Dans la plupart des cas, les règles sont modélisées par un langage formel tel que les logiques de descriptions [4] et les règles SWRL [5] ou par des graphes conceptuels (GC). A titre d'exemple, citons le moteur de recherche sémantique Corese [6] dans lequel les connaissances d'un domaine particulier sont représentées par des schémas RDFS (ontologie). La recherche est basée sur les annotations sémantiques qui sont des instanciations des schémas RDFS.

La représentation des connaissances dans Corese ne suit pas une description formelle, comme celle donnée par les logiques de descriptions, ce qui limite la représentation des connaissances en terme d'expressivité et par conséquent, le raisonnement de ce système.

Pour annoter les images, il existe plusieurs outils d'annotation sémantique tels que Ontomat [7] et

Photostuff [8]. L'inconvénient de ces outils est qu'ils permettent des modifications structurelles de l'ontologie et par conséquent, les annotations insérées ne respectent plus les contraintes spécifiées, ce qui rompt toute liaison sémantique entre le document d'annotations et l'ontologie.

Dans ce travail, nous devons maintenir cette liaison sémantique.

2. Architecture du moteur de recherche d'images sémantique

L'architecture du système proposé dans ce travail est inspirée de celles d'Annotea [9] et de PhotoStuff. Elle supporte trois phases de traitement (Figure 1). La première est une phase d'annotation, la deuxième est la phase de gestion de la base de connaissances. La dernière phase est celle de la recherche sémantique.

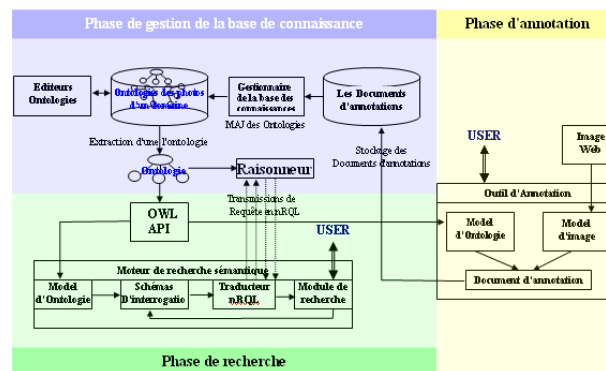


Figure 1 : Architecture du moteur de recherche sémantique d'images

2.1. Composants du moteur de recherche

L'architecture du moteur de recherche est constituée des composants suivants :

1. un outil d'annotation utilisé pour référencer les documents.
2. un entrepôt pour stocker les documents d'annotation pour les ressources référencées.
3. une base de connaissances regroupant les ontologies de domaine, utilisées lors de la recherche et du référencement.
4. un gestionnaire de la base de connaissances qui permet de mettre à jour les ontologies stockées dans le système lors de l'ajout ou de la suppression d'une ressource (le processus de mise à jour est accompli en consultant le contenu des documents d'annotation stockés).
5. des outils d'édition d'ontologie pour enrichir les ontologies existantes ou ajouter de nouvelles ontologies.

6. un raisonneur tel que Pellet [10] ou RACER [11] pour pouvoir effectuer des raisonnements sur les ontologies.
7. un traducteur pour convertir les requêtes de l'utilisateur en un ensemble d'instructions traité par le raisonneur.

2.2. Annotation sémantique des images

Pour pouvoir référencer les documents, nous avons construit un outil d'annotation (Figure 2) qui vérifie un certain nombre de règles dans le but de respecter les contraintes spécifiées par l'ontologie. Pour la construction de l'outil d'annotation, nous nous sommes inspirés de plusieurs travaux récents sur l'annotation sémantique, tels que Ontomat et photoStuff, et nous avons rajouté des fonctionnalités négligées par ces derniers qui ont contraint l'accomplissement d'un raisonnement sémantique lors de la recherche.

Prenons, par exemple, Ontomat qui permet non seulement l'annotation des documents textes et images, mais aussi la modification de la structure générale de l'ontologie. Les modifications faites par un utilisateur novice ne s'appuient pas toujours sur une étude préalable, et peuvent engendrer des incohérences, ce qui nécessite la mise en œuvre d'un processus de validation.

PhotoStuff, quant à lui, ne permet pas des modifications structurelles de l'ontologie, mais l'annotation ne convient pas aux contraintes spécifiées par celle-ci (On peut établir des liaisons entre des instances qui ne sont pas énoncées par l'ontologie).

Par conséquent, avec ces traitements, toute liaison sémantique entre l'ontologie et le document d'annotation est rompue, ce qui met ainsi en cause, le raisonnement sémantique.

Pour remédier à ces problèmes, nous avons divisé la tâche d'annotation en quatre étapes:

- Sélection de la région à annoter ou l'activation d'une région déjà annotée pour rajouter des données d'annotation ou modifier des données existantes.
- Instanciation d'un concept de l'ontologie. Les concepts sont présentés dans une arborescence de subsomption. Seuls les concepts représentatifs de la région sont affichés. Les autres concepts utilisés dans la description de la région d'annotation sont instanciés automatiquement par l'outil. On peut lier l'instance créée avec des instances prédéfinies dans l'ontologie.

Lors de la suppression d'une instance, toute instance liée à celle-ci et qui n'est pas liée à d'autres instances sera supprimée afin de ne pas ajouter dans le document d'annotation des données inutiles, non exploitées dans le raisonnement.

Les propriétés de l'image (résolution, taille, coordonnées de la région, URI de l'image, ...) sont instanciées automatiquement par l'outil d'annotation.

On peut aussi charger des annotations préalablement faites pour les enrichir.

- Affectation des valeurs aux instances. Il existe deux types de relations dans la définition des concepts : des relations de type ObjectProperty qui lient deux instances d'un même concept ou de concepts différents, et des relations de type DatatypeProperty dans lesquelles il faut spécifier des valeurs

- Sauvegarde de l'annotation. L'outil d'annotation génère un document qui renferme les annotations effectuées par l'utilisateur. Ce document est envoyé au gestionnaire de la base de connaissances pour que les données instanciées soient associées à l'image. Cette liaison permettra de futures ré-annotations de l'image. Cette dernière n'est plus un ensemble de pixels mais un ensemble d'informations utiles pour décrire son contenu.

Le document d'annotation est également utilisé pour détecter des annotations communes à différents utilisateurs, ce qui permettra l'enrichissement de l'ontologie par de nouvelles méta-données d'annotations accessibles à d'autres individus. Ce procédé favorisera la coopération entre eux dans la tâche d'annotation.

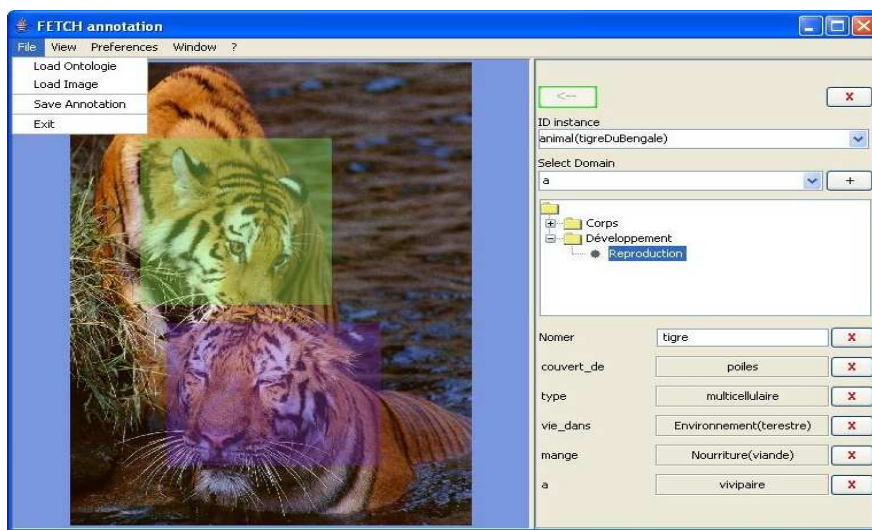


Figure 2 : Outil d'annotation

2.3. Représentation des données d'annotation (Ontologie)

Lors de la construction d'une ontologie pour ce genre de systèmes, trois objectifs doivent être atteints.

- L'ontologie doit englober le plus d'informations possibles sur le domaine
- Lors de l'annotation, l'utilisateur ne doit considérer que les informations essentielles

- Pour pouvoir raisonner, on doit ajouter une définition formelle à toute entité pouvant être décrite par d'autres entités de l'ontologie.

Afin de répondre à ces objectifs, la structure de l'ontologie a été divisée en trois taxonomies (Figure 3):

- La première renferme les informations inhérentes aux propriétés de l'image et des régions d'annotation.
- La deuxième taxonomie contient les concepts visibles par l'utilisateur représentant le domaine d'annotation. Ces concepts sont définis et sont décrits par des axiomes en logique de description.
- La dernière taxonomie contient les descriptions des entités du domaine.

Une ontologie est en outre composée d'axiomes, qui forment des contraintes sémantiques pour le raisonnement.

Les axiomes sont formulés par la combinaison de plusieurs opérateurs de la logique de description tels que : union, intersection, complément, quantificateurs existentiel et universel, cardinalité minimale et maximale ...

Exemples d'axiomes :

\neg **Class1** : toute instance appartenant à ce concept ne doit pas être incluse dans Class1.

Slot1 \exists **inst1** : tout individu appartenant à ce concept doit avoir une relation (Slot1) avec l'instance inst1

\forall **Slot1** **Class1** : toute relation Slot1 doit lier les individus appartenant à ce concept à une instance de la class Class1

Slot1 \exists «value1» : tout individu appartenant à ce concept doit avoir comme valeur pour la relation Slot1, value1

L'ensemble formé par les concepts, leurs instances, les relations entre les concepts et les axiomes constitue une base de connaissances.

Dans cette architecture, l'utilisateur ne s'implique que dans la phase d'instanciation de l'ontologie. Le raisonnement sur ces axiomes opère en mode clos.

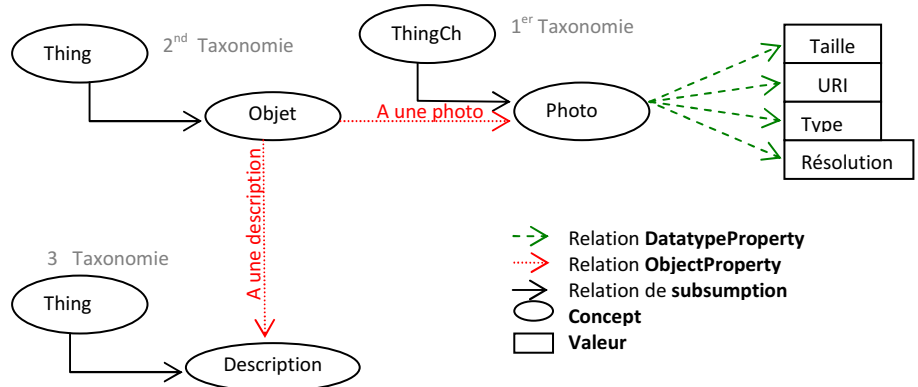


Figure 3 : Structure de l'ontologie

2.4. Raisonnement sémantique:

Une fois l'ontologie chargée lors de la phase de recherche, l'inférence s'effectue au niveau terminologique (TBox) et assertionnel (ABox) [12].

Au niveau terminologique, le raisonneur accomplit quatre types d'inférences

- Satisfiabilité : Trouver tous les concepts insatisfiables (par exemple : $C \cap \neg C$)
- Subsumption : Calculer la hiérarchie de subsumption ou taxinomie des concepts.
 - Trouver les concepts équivalents.
 - Trouver les concepts disjoints.

Au niveau assertionnel, le raisonneur accomplit aussi quatre types d'inférences

- Cohérence de la ABox : les assertions définies restent cohérentes avec la TBox.
- Vérification d'instance : vérifier que chaque instance respecte la définition de son concept.
- Vérification de rôle : vérifier si les rôles de l'instance sont correctement utilisés.
- Réalisation de la ABox : trouver le concept le plus spécifique pour chaque instance.

3. Etude de cas :

Pour valider les phases précédentes, nous avons construit une ontologie qui formalise quelques informations du domaine des animaux (Figure 4), et référencé quelques images par cette ontologie.

•La requête en langage naturel est : **Animal Carnivore recouvert de poils oranges**

•Après une analyse lexicale de la phrase, nous obtenons les unités lexicales suivantes :

Animal	→	Class₁
Carnivore	→	Class₂
recouvert_de	→	Object_Property
poils	→	instance₁
orange	→	instance₂

- L'analyse syntaxique va établir des liaisons entre les mots de la requête.

Animal, Carnivore	→ Carnivore(X)	1
Carnivore, recouvert_de	→ recouvert_de	
(Carnivore(X), Y)		2
Carnivore, poils	→ nulle	
Carnivore, rouge	→	
de_couleur(Carnivore(X),orange)		3
recouvert_de, poils	→ recouvert_de(X, poils)	4
recouvert_de, rouge	→ nulle.	
poils, rouge	→de_couleur(poils, orange)	5
1+ 2	→ recouvert_de(Carnivore(X),Y)	6
6 + 4	→ recouvert_de (Carnivore(X), poils)	7
7+5	→ recouvert_de(Carnivore(X),	
	de_couleur(poils, orange))	8
7+3	→ recouvert_de(de_couleur	
(Carnivore(X), orange),poils)		9

- Traduction en nRQL :

(8) signifie : trouver les ressources d'animaux carnivores recouverts de poils de couleur orange :

```
(retrieve (?x) (and ( ?x |Carnivore)
                    (?x ?z |recouvert_de|)
                    (same-as ?z |poils| )
                    (?z |orange| |de_couleur|)
                    )
)
```


(9) signifie : trouver les animaux de couleur orange recouvert de poiles :

(retrieve (?x) (and (?x |Carnivore|

(?x |orange| |de_couleur|

(?x |poils| |recouvert_de|

)

)

•Analyse sémantique (Interrogation du raisonneur):

Dans la phase d'interrogation, nous allons interpréter la sémantique de chaque mot par rapport à sa description via des inférences sur ces axiomes. A titre d'exemple, si une ressource est annotée comme animal mange viande et si l'on dispose d'un axiome (**Carnivore** ← ∃ mange Viande) alors toutes les ressources contenant cette annotation sont considérées par le raisonneur comme des carnivores et seront aussi prises en considération par cette interrogation.

A la fin de la recherche, les résultats retournés sont présentés dans la (Figure 4).

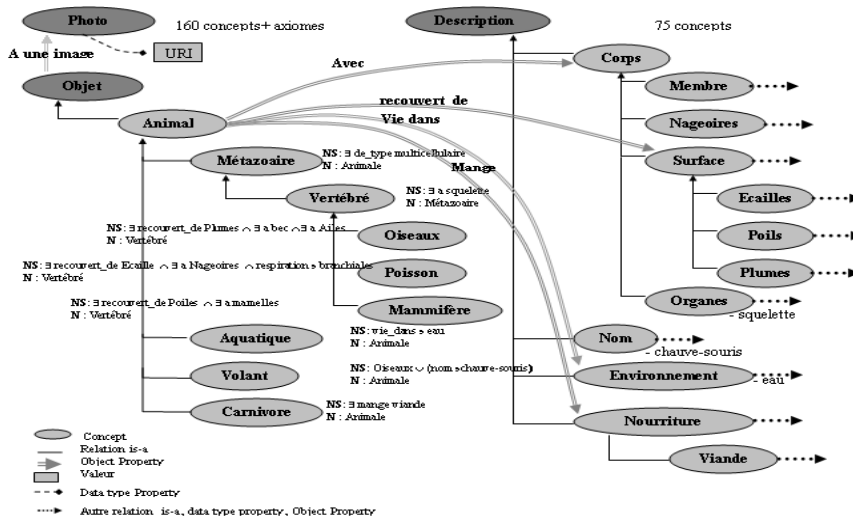


Figure 4 : Quelques concepts et leur liaison dans l'ontologie Animal

Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous avons présenté l'architecture d'un moteur de recherche sémantique d'images basé sur un référencement via les annotations sémantiques et une recherche assistée par un processus de raisonnement effectué sur des ontologies de domaine. Certains composants de cette architecture ont été implémentés pour illustrer, non seulement son fonctionnement mais aussi les possibilités offertes par l'intégration des aspects sémantiques dans les techniques de recherche d'information. Il reste à finaliser les algorithmes de traitement des requêtes en langage naturel, et d'indexation des ressources.

Ce type d'architecture est encore récent car les technologies du Web sémantique sont en perpétuelle évolution et les techniques de représentation des connaissances et de raisonnement sont de plus en plus complexes et performantes. Plusieurs améliorations peuvent être apportées au système telles que le raisonnement sur les règles SWRL et la construction des annotations en combinant plusieurs ontologies de domaine.

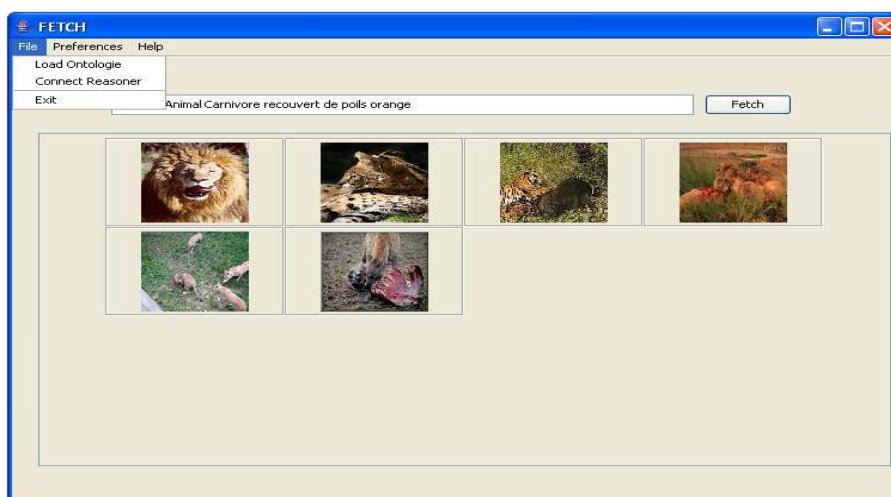


Figure 5 : Interface du moteur de recherche

Références

- [1] R.Volz, Web Ontology Reasoning with Logic Databases, lulu, 2006.
- [2] M.Malingre, A.Serres, Recherche d'information sur Internet: Approfondissement des moteurs de recherche, URFIST Bretagne-Pays de Loire, 2007.

- [3] L.Hollink, G.Schreiber, B.Wielinga, J.Wielemaker, Semantic Annotation of Image Collections, University of Amsterdam, 2004.
- [4] A.Napoli, Une introduction aux logiques de descriptions, Unité de recherche INRIA, 1997.
- [5] I.Horrocks, P.Patel-Schneider, H.Boley, S.Tabet, B.Grosov, M.Dean, SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, W3C, 2004.
- [6] Projet Acacia, Corese: COnceptual REsource Search Engine, INRIA, 2006. URL: <http://www.sop.inria.fr/teams/edelweiss/wiki/wakka.php?wiki=Corese>
- [7] C.Saathoff, N.Timmermann, S.Staab, K.Petridis, D.Anastasopoulos, Y.Kompatsiaris, M-OntoMatAnnotizer: Linking Ontologies with Multimedia LowLevel Features for Automatic Image Annotation, aceMedia, 2006.
- [8] PhotoStuff, An Image Annotation Tool for the Semantic Web,mindswap,2006. URL:<http://www.mindswap.org/2003/PhotoStuff/>
- [9] M.Riitta Koivunen, R.Swick, J.Kahan, E.Prud'hommeaux, Topics in Annotea: Extending the Basic Architecture, W3C/MIT LCS & INRIA, 2002. URL : <http://www.w3.org/2001/Annotea/>
- [10]E. Sirin, B. Parsia, B.C. Grau, A. Kalyanpur, Y. Katz, Pellet: A Practical OWL-DL Reasoner, University of Maryland, 2005. URL: <http://pellet.owldl.com/>
- [11]V. Haarslev, R. Moller, M. Wessel, RACER User's Guide and Reference Manual, Racer Systems GmbH & Co. KG, 2004.
- [12]T.DUJARDIN, De l'apport des ontologies pour la conception de systèmes multi-agents ouverts, Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille, 2007.