

Introducción a las tecnologías de la Web semántica

Alfredo Villagrán-Olguín, Neil Hernández-Gress y Miguel González Mendoza

Tecnológico de Monterrey
Campus Estado de México, 52926, México
a01165522@itesm.mx, ngress@itesm.mx, mgonza@itesm.mx

Resumen El *World Wide Web Consortium* o Consorcio de la Red Informática Mundial (W3C, por sus siglas en inglés) propone la existencia de una Web Semántica, coexistente con la red mundial actual, que brinde a las computadoras información con significado para ellas. Esta Web Semántica es un conjunto de tecnologías que otorga a las las personas la posibilidad de que publiquen información en un formato legible para computadoras, y que provee a éstas la capacidad de procesar semánticamente dicha información. En este trabajo se busca mostrar de forma concisa las tecnologías que constituyen la columna vertebral de la Web Semántica.

Palabras clave: Web semántica, ontología, Linked Data, XML, RDF, SPARQL, OWL.

1. Introduction

Hoy en día, la mayor parte de la información en la Red Informática Mundial o *World Wide Web*¹ está diseñada para ser leída y entendida por personas. Las computadoras carecen de la habilidad de procesar el significado y propósito de la información contenida en los documentos que constituyen la web [4]. Aunque en la actualidad existen poderosas herramientas de búsqueda, éstas aún funcionan sobre un nivel superficial de los documentos: los mecanismos de búsqueda como Bing o Google no se interesan por el significado ni las relaciones de los contenidos entre documentos, sino que buscan palabras semejantes dentro de tales documentos [12].

Para que los sistemas computacionales puedan comunicarse entre sí a nivel semántico, es decir que puedan ejecutar operaciones sofisticadas con el significado de la información, se necesita una web en la que existan documentos cuyo contenido incluya conceptos y relaciones entre estos conceptos. Si se hicieran preguntas específicas sobre un área particular y los documentos en la web contuviesen datos semánticos, podría obtenerse respuestas más precisas que utilizando documentos sin información semántica. Esto es debido a que las tecnologías semánticas son un medio de representación de conocimiento para tal finalidad [6].

¹ En lo sucesivo, llamada simplemente web.

Actualmente existen repositorios que almacenan información semántica de propósito específico [28]. Para utilizar eficientemente esta información, se requiere un lenguaje de consultas y un mecanismo de búsquedas que puedan manipularla. Un mecanismo de búsqueda semántico es una herramienta que se utiliza para encontrar información en una colección de datos semánticos, mientras que un lenguaje de consulta es el medio a través del cual uno especifica la información de interés, contenida en la colección [38].

El presente trabajo tiene el propósito de mostrar las tecnologías fundamentales que constituyen la Web Semántica. Uno comenzará por recordar qué es la representación del conocimiento y cómo se relaciona con la descripción de recursos en la web. Para la descripción de recursos, el W3C propone un lenguaje llamado RDF, que es además un *framework*. Junto con estos recursos, uno puede también describir conjuntos de conceptos y relaciones entre éstos, a través de ontologías. OWL es un conjunto de lenguajes basado en RDF que ayuda al diseño de ontologías. Además, uno puede compartir datos más allá de las restricciones de los sitios en la web y de sus aplicaciones, implementando principios de Linked Data. Linked Data es un conjunto de recomendaciones para utilizar colecciones de datos que contienen información específica acerca de un dominio particular de interés. Finalmente, para consultar colecciones de datos de RDF, OWL y/o Linked Data, uno necesita un lenguaje de consulta y un mecanismo de búsqueda; aquí es donde SPARQL entra en acción y complementa la introducción a las tecnologías de la Web Semántica.

2. Representación del conocimiento

Los agentes inteligentes o autónomos, son sistemas computacionales, por ejemplo, tanto *software*, o *hardware* o ambos, capaces de decidir por ellos mismos qué es lo que necesitan con el fin de cumplir sus objetivos. Los sistemas multi-agentes son ambientes en los que varios agentes interactúan a través de otros, basados en un conjunto de reglas de comunicación e interacción [23].

Debido a que uno espera que los agentes se comuniquen entre sí, hay una necesidad de establecer las bases para que los agentes lleven a cabo dicha tarea. Por lo tanto es necesario representar el conocimiento, al que los agentes tendrán acceso. Entonces, cuando se habla acerca de conocimiento, uno se referirá a la relación entre el conocedor y las proposiciones que serán verdaderas o falsas [8].

2.1. Representación de Esquemas

La representación del conocimiento es una rama de la inteligencia artificial, centrada en dar a los sistemas las facilidades requeridas para el manejo y procesamiento de información reunida en un cierto dominio [17]. Los esquemas más comúnmente usados para representar el conocimiento son clasificados en declarativos y procedimentales. Dentro de los esquemas declarativos uno puede encontrar una subdivisión: redes semánticas y esquemas lógicos.

Esquemas lógicos En este tipo de representación, el conocimiento base, es decir el conocimiento de un dominio particular, es visto como un conjunto de fórmulas lógicas que describen el mundo. Tal representación usa términos como variable, constante, predicado y cuantificadores para explicar datos en un sistema lógico. Con el fin de cambiar la base de conocimiento, la introducción y supresión de fórmulas toma lugar [2].

Redes semánticas El enfoque de los *Frames* o marcos, y el orientado a objetos son otra manera de representar conocimiento. A diferencia del esquema lógico, en el que un grupo de declaraciones lógicas crece y la organización se vuelve crítica, el enfoque semántico considera el agrupamiento de hechos o reglas acerca de objetos al que pertenecen éstos [20]. Tales objetos pueden ir desde cosas concretas (puertas, ventanas, cuartos, etc.) a entidades más abstractas (el tiempo, una fecha, un arribo, una partida). La descripción del mundo toma lugar en términos de objetos (nodos) y asociaciones binarias (aristas etiquetadas). De ahí que el conocimiento base consiste en objetos y sus asociaciones; la modificación del conocimiento base se lleva a cabo a través de la inserción y supresión de objetos; y los cambios se reflejan en las respectivas asociaciones [18].

Esquemas procedimentales Este tipo de esquemas especifican la manera en que una tarea debe ser ejecutada; es decir, el conocimiento procedimental es el conocimiento acerca de habilidades. El patinaje es un buen ejemplo de lo que esta representación puede ser: patinar puede ser una tarea difícil de ejecutar, no obstante puede realizarse.

En Inteligencia Artificial, un sistema experto es un ejemplo de representación procedimental porque consiste en un conjunto de reglas, una memoria, un comparador y un procedimiento que se encarga de resolver los posibles conflictos entre reglas [1].

3. Web semántica

Internet es un conjunto complejo de computadoras interconectadas, a través de la cual viaja información de una máquina a otra. Aunque la web está relacionada a ella, no es un sinónimo de Internet. La web es un conjunto de documentos, imágenes, servicios, etc., que viajan a través de Internet y que se relacionan entre sí a través de enlaces y de Localizadores de Recursos Uniformes (URL, por sus siglas en inglés). Sin embargo, los documentos de la web, transportados en Internet, se encuentran diseñados, en su mayoría, para ser leídos y comprendidos por personas; es decir, las computadoras no son capaces de procesar tales documentos a nivel del significado de éstos. Para ello es que Timothy Berners-Lee ha propuesto el desarrollo de una web semántica: una web en la cual se provea semántica a los documentos procesados por computadoras, y que permita que las máquinas y las personas trabajen de manera cooperativa [4]. La Web Semántica no es una red diferente a la web actual; más bien es un conjunto

subyacente de tecnologías que proporciona a las computadoras la capacidad de describir formalmente objetos en la web, sus propiedades y las relaciones entre ellos. Eso significa que una web semántica se erige como conocimiento representado en la web y las maneras de que sea manipulada por computadoras en vez de por humanos.

3.1. XML

El W3C [41] recomienda un conjunto de especificaciones para trabajar con proyectos de Web Semántica. Estas especificaciones conforman una familia de tecnologías web, entre las cuales XML [43] es la primera. XML es un conjunto de reglas para describir documentos estructurados y programas que procesen tales documentos. A la par, se tienen los esquemas de XML que son utilizados para delimitar la estructura de los documentos en XML[42].

3.2. RDF y esquemas RDF

El *Framework* de Descripción de Recursos o *Resource Description Framework* (RDF, por sus siglas en inglés) y los esquemas RDF [37] son las herramientas básicas para el desarrollo de tecnologías de la web semántica. Mientras que RDF es un lenguaje basado en XML, los esquemas RDF son un conjunto de vocabularios utilizados para describir clases y propiedades, diseñando jerarquías de tales clases y propiedades. Ambos, RDF y los esquemas RDF, son utilizados para describir recursos en la web, creando un modelo de datos como un grafo dirigido. En tales grafos, los recursos son representados por nodos, y las propiedades de los recursos como aristas. Estas aristas son la unión entre los recursos y los valores de sus propiedades [35]. La finalidad de RDF básicamente es mostrar datos a ser manipulados por computadoras, en vez de por humanos, y proporcionar el medio para que las aplicaciones intercambien información.

La idea fundamental de RDF es identificar cualquier tipo de objetos (recursos), ya sean concretos o abstractos, utilizando Identificadores de Recursos Uniformes (URI, por sus siglas en inglés). Una dirección URI es una cadena de caracteres que sirve para referenciar a un particular y único elemento en Internet; es decir, una dirección URI es una dirección *http* válida. De tal manera que un recurso es un objeto identificado con una dirección URI válida, que puede ser descrito a través de sus propiedades.

La propiedades de los recursos son descritos con declaraciones que tienen un formato sujeto-predicado-objeto. El sujeto es el recurso a ser descrito, el predicado es una propiedad o atributo del sujeto, y el objeto es el valor o estado de dicha propiedad. Los sujetos pueden ser recursos o nodos vacíos, los predicados deben ser un recurso, y los objetos pueden ser recursos, nodos vacíos o literales (valores fijos). Un conjunto de declaraciones RDF es llamado un modelo RDF [36]

Una propiedad es un atributo utilizado para describir características acerca de un recurso. Los nodos vacíos representan un recurso y actúan como las variables existencialmente cualificadas en lógica de primer orden. Mientras que las literales son cadenas de caracteres con el valor de una cierta propiedad.

Este formato sujeto-predicado-objeto es conocido como una tripleta RDF. A continuación se muestra un grafo que ejemplifica la descripción de una persona llamada John Smith. Las tripletas conforman un modelo en RDF:

```
<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#RDF >
  <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Description
    about="http://somewhere/JohnSmith/" >
    <http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#Given>John
  </http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#Given>
  <http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#Family>Smith
  </http://www.w3.org/2001/vcard-rdf/3.0#Family>
</http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Description>
</http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#RDF>
```

3.3. Vocabularios

Los predicados en un modelo de RDF pueden expresarse gracias a la existencia de vocabularios. Éstos son metadatos; es decir, datos acerca de datos. A través de los vocabularios de RDF uno puede describir propiedades de algún tipo en particular. Los esquemas RDF son una colección de propiedades o términos útiles para describir características acerca de documentos en RDF. Mientras RDF es una recomendación del W3C para crear estructuras de metadatos, los esquemas RDF proporcionan los términos y las propiedades de tales estructuras, y las relaciones entre sus elementos. De ahí que con un esquema de RDF, uno pueda decir que un recurso es de cierta clase o propiedad [37].

A la par de RDF y las clases y propiedades de los esquemas RDF, existen vocabularios o colecciones de metadatos que pueden utilizarse para describir objetos en un dominio particular de discurso. Dos ejemplos de estos vocabularios utilizados en la actualidad son el de la iniciativa Dublin Core (dc) [26] y FOAF [27]. El primero es un conjunto de propiedades útil para describir documentos, y el segundo describe personas y sus relaciones con otras personas, en términos de información personal.

3.4. Formatos de representación de recursos

Como se comentó anteriormente, RDF es un formato de serialización en XML; es decir, un método para convertir estructuras de datos en secuencias de bits manipulables [7]. Sin embargo, existen otros formatos para el diseño de modelos RDF: Notation3, Turtle y N-Triple. Se considera que éstos tienen una estructura de fácil legibilidad para las personas, debido a su sintaxis compacta y cercana al lenguaje natural.

- Notation3 o N3 [29] es un desarrollo directo de Timothy Berners-Lee y la comunidad de la Web Semántica [39]. La finalidad de N3 es proporcionar una serialización de RDF, compacta, no parecida directamente a XML, y de fácil legibilidad para las personas.

- Turtle [40], *Terse RDF Triple Language* o Lenguaje de Tripletas RDF Conciso es un subconjunto de N3, compatible con éste. Turtle permite escribir modelos RDF en una forma compacta, y un documento en Turtle se encuentra conformado por una secuencia de directivas, declaraciones en tripletas y espacios en blanco.
- N-triples [30], a diferencia de N3 y Turtle, es una formato de serialización basado en líneas, y fue diseñado para ser una subconjunto de N3. N-triples representa, por ejemplo, direcciones URI encerradas entre paréntesis angulares, las literales se representan entrecomilladas, y los nodos vacíos como *_:nombreNodo*.

3.5. Ontologías

Una ontología es una colección de términos y conceptos que establecen una área de conocimiento. Uno puede imaginarla como una especificación de un conjunto de objetos, propiedades acerca de estos objetos, y los valores posibles de cada una de éstas. Asimismo, uno puede describir las propiedades entre objetos, gracias a vocabularios específicos [11].

Modelar un dominio de conocimiento, utilizando ontologías, permite que los programas de computadora puedan manipularlas para lograr objetivos particulares. Asimismo, a través de las ontologías, uno puede definir axiomas que determinen la semántica y uso de las entidades representadas en ellas. A nivel formal, las ontologías son declaraciones de una teoría lógica particular.

Antes de XML, uno podía diseñar ontologías con lenguajes como KIF [9], Ontolingua [10] y Frame Logic [14], basados en lógica de primer orden; Loom [16] y PowerLoom [34], basados en la unificación de semántica, la orientación a objetos y los mecanismos de inferencia; OCML [19], similar a Ontolingua y que proporcionaba la producción y deducción de reglas para métodos de resolución de problemas; OKBC [31], basado en la conceptualización de clases; y SHOE [15], basado en la inserción de etiquetas en documentos HTML.

Posterior a XML, han existido lenguajes como XOL [13], que especifica sólo conceptos, taxonomías de conceptos y relaciones binarias, sin un mecanismo de inferencia; DAML-OIL [24], para describir recursos, modelando primitivas comúnmente encontradas en lenguajes basados en *frames*; y OWL [32], del que se tratará a continuación.

OWL es un conjunto de lenguajes basado en XML, Esquemas XML, RDF, Esquemas RDF y DAML-OIL. XML proporciona la sintaxis para la estructura de los documentos, RDF proporciona la semántica para los modelos, y los Esquemas RDF proporcionan vocabularios para las clases y las propiedades. OWL añade propiedades de especificación y clases [33]. Los tres sub-lenguajes que conforman OWL son OWL-Lite, OWL-DL y OWL-FULL.

3.6. SPARQL

SPARQL es el estándar propuesto por el W3C para un lenguaje parecido a SQL, y protocolo de consultas. Por consulta, uno debería entender una manera de obtener información contenida en la Web Semántica; por protocolo, uno

debería entender un medio para comunicar clientes y procesadores de consultas especificadas en el lenguaje SPARQL. Dado que RDF es un formato para describir grafos, SPARQL es un lenguaje útil para mapear éstos.

3.7. Linked data

Tecnologías como RDF, OWL y SPARQL son el fundamento básico de la Web Semántica. Con las dos primeras, las computadoras pueden extraer información de la representación del conocimiento e incluso inferir información no expresada directamente en una ontología. Con SPARQL, se establece un estándar para el diseño de algoritmos e implementaciones para explorar ontologías, de modo que la manipulación de datos por las computadoras no estará restringida a marcos de referencia en particular, sino a un consorcio descentralizado orientado a buscar soluciones comunes y globales para la web: el W3C.

La Web semántica provee un medio para que las computadoras se comuniquen entre sí mediante el intercambio de conocimiento. Específicamente en los últimos cinco años, una nueva tecnología de Web Semántica se ha desarrollado y durante los dos últimos años, las implementaciones de esta tecnología han aparecido en todo el mundo. Esta tecnología es llamada *Linked Data* [28].

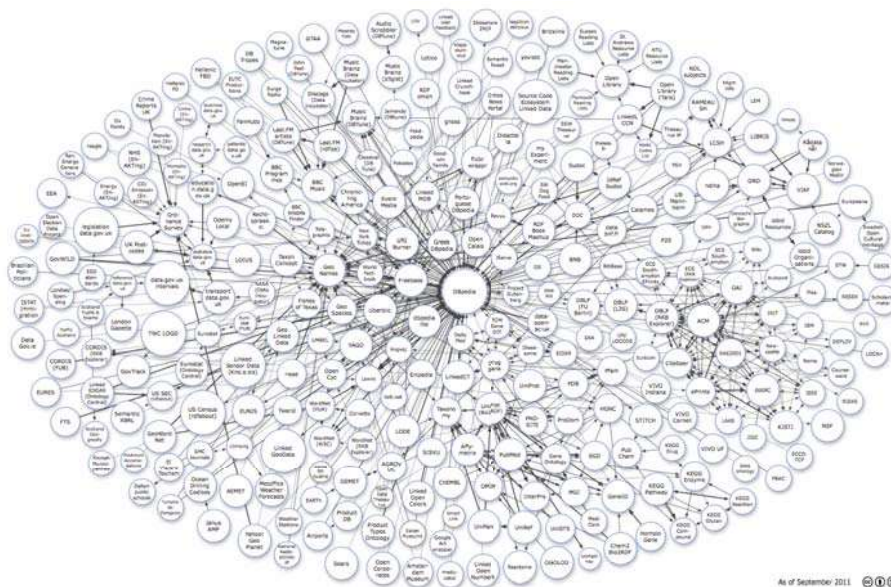


Figura 1. Linked Data graph

El término Linked Data es usado para describir un método de exposición, compartición, y conexión de datos vía direcciones URI referenciables en la web.

Es decir, un proyecto que persigue representar a cada único objeto concreto y abstracto del conocimiento humano como un recurso URI [3], en un formato estándar de descripción de recursos, RDF. El impacto de Linked Data es la creación de las bases de conocimiento en un formato estándar, y estas bases pueden ser compartidas a través de la web. Después de que el conocimiento es compartido, todo lo que queda para determinadas aplicaciones semánticas es explorar estas bases, también con un protocolo estándar (SPARQL).

La figura 1 muestra una imagen que representa los sitios en la web que ya están compartiendo información a través de las recomendaciones de Linked Data, para la publicación de información y desarrollo de la Web Semántica.

En el centro de la imagen se encuentra DBpedia, uno de los sitios principales en la implementación de la tecnología Linked Data. DBpedia es "un esfuerzo de la comunidad [de la web semántica] para extraer información estructurada de Wikipedia y, hacer que esta información este disponible en la web" [25].

4. Conclusiones

La Web Semántica es una red subyacente de la World Wide Web, la cual facilita el camino hacia la Web Semántica, con el fin de lograr el objetivo de que personas y computadoras puedan compartir información sin las preocupaciones de las aplicaciones y los sitios web con sus restricciones.

La Web Semántica es también, un medio por el cual las computadoras pueden intercambiar información a un nivel semántico. Las bases de conocimiento son una especificación de una descripción formal de un área de interés, y las instancias de esta especificación. Con el fin de explotar esta información, se requiere de un lenguaje de consulta y un motor de búsqueda semántica que trabaje con él. Un motor de búsqueda es una herramienta que se usa para buscar información en una base de datos desarrollada semánticamente, mientras que un lenguaje de consulta es el camino por el cual se puede especificar, de la base de datos, en que datos se está interesado.

Tecnologías como XML (conjunto de reglas para describir documentos estructurados), RDF (un marco para describir los recursos en la web), las ontologías (una descripción formal de conceptos y de las relaciones entre ellos), OWL (el conjunto de lenguajes basados en RDF que ayudan a diseñar ontologías), SPARQL (un lenguaje de consulta para la coincidencia de los grafos escritos en RDF), y Linked Data (un método de exponer, compartir y conectar datos en la Web), son la columna vertebral y el camino hacia el desarrollo de la Web Semántica.

Referencias

1. WRAY, Robert et al.: A Survey of Cognitive and Agent Architectures. University of Michigan, Department of Electrical Engineering and Computer Science. n.d. Web. Jan. 25 (2012)
2. BAADER, Franz, HORROCKS, Ian and SATTTLER, Ulrike; Description Logics. In: Handbook of Knowledge Representation, United Kingdom, Elsevier (2008)

3. BERNERS-LEE, Tim: Linked Data. World Wide Web Consortium. August 18th 2009. Web. Jan. 25 (2012)
4. BERNERS-LEE, Tim; HENDLER, James; LASSILA, Ora: The Semantic Web: A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. Scientific American, May (2001)
5. BERNERS-LEE, Tim: example from Tim Berners-Lee talk entitled The next Web of open, linked data at TED2009, February 4 (2009)
6. BERNERS-LEE, Tim et. al.: Creating a Science of the Web. Science, August (2006)
7. BOLEY, Harold, and KIFER, Michael: A Guide to the Basic Logic Dialect for Rule Interchange on the Web. In: IEEE TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING, VOL. 22 (2010)
8. BRACHMAN, Ronald J. and LEVESQUE, Hector J.: Knowledge Representation and reasoning. San Francisco CA, Morgan Kauffman Publishers (2004)
9. GENESERETH, M., FIKES, R.: Knowledge interchange format. In: Technical Report Logic-92-1, Computer Science Department, Stanford University, 1992
10. GRUBER, Thomas: A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. Knowledge Acquisition, 5(2):199-220 (1993)
11. GUARINO, Nicola, and GIARETTA, Pierdaniele: Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification. (1995)
12. HAWKING, David: Web search engines. Part 1. IEEE Computer 39(6) (2006)
13. KARP, Peter D. and CHAUDHRI, Vinay K. and THOMERE, Jerome F.: XOL: An XML-Based Ontology Exchange Language. Technical Note 559. AI Center, SRI International, 333 Ravenswood Ave., Menlo Park, CA 94025, Jul (1999)
14. KIFER, Michael, LAUSEN, Georg, WU, James: Logical foundations of object-oriented and frame-based languages. Journal of the ACM 42 (1995)
15. LUKE, Sean, HEFLIN, Jeff: SHOE 1.01. proposed specification. In: SHOE 1.01, The SHOE Project, April 28, 2000. Web. Jan. 25 (2012)
16. MACGREGOR, R.: Inside the LOOM description classifier. (1991)
17. MYLOPOULOS, John: An overview of Knowledge Representation. In: Proceedings of the workshop on Data abstraction, databases and conceptual modelling, New York, ACM (1981)
18. MINSKY, Marvin: A Framework for Representing Knowledge. USA, MIT-AI Laboratory Memo 306, June (1974)
19. MOTTA, E.: Reusable Components for Knowledge Modelling. Amsterdam, IOS Press (1999)
20. OBRST, Leo; LIU, Howard: Knowledge Representation, Ontological Engineering, and Topic Maps. XML Topic Maps: Creating and Using Topic Maps for the Web, Jack Park, Addison-Wesley Professional (2003)
21. PEREZ, Jorge, and ARENAS, Marcelo: Semantics and complexity of SPARQL. ACM Transactions on Database Systems (TODS) Volume 34 , Issue 3, August (2009)
22. TIJERINO, Yuri A. et al.: A Shape Knowledge Representation Scheme and its Application on a Multi-modal Interface for a Virtual Space Teleconferencing System. Robot and Human Communication, Proceedings., 4th IEEE International Workshop on DOI, TOKYO (1995)
23. WEISS, Gerhard: Multiagent Systems, A Modern Approach to Distributed Modern Approach to Artificial Intelligence. Cambridge-London: MIT Press (1999)
24. The DARPA Agent Markup Language. DARPA's Information Exploitation Office, n.d. Web. 25 Jan (2012)

25. DBpedia. Freie Universität Berlin, Openlink Software and Universität Leipzig, 2011-11-08. Web. 25 Jan (2012)
26. dublicore. The Dublin Core Metadata Initiative, n.d. Web. Jan. 25 (2012)
27. FOAF. The Friend of a Friend project, n.d. Web. Jan. 25 (2012)
28. Linked Data. The Linking Open Data Project, n.d. Web. Jan. 25 (2012)
29. Notation3. The World Wide Web Consortium, September 2, 2011. Web. Jan. 25 (2012)
30. NTriples. The World Wide Web Consortium, July 5, 2001. Web. Jan. 25 (2012)
31. OKBC. OKBC Working Group, n.d. Web. Jan. 25 (2012)
32. OWL. The World Wide Web Consortium, October 15, 2007. Web. Jan. 25 (2012)
33. OWL Features. The World Wide Web Consortium, November 12, 2009. Web. Jan. 25 (2012)
34. PowerLoom. The Artificial Intelligence research group at the University of Southern California's Information Sciences Institute. July 18, 2007. Web. Jan. 25 (2012)
35. RDF. The World Wide Web Consortium, February 10, 2004. Web. Jan. 25 (2012)
36. RDF Primer. The World Wide Web Consortium, February 10, 2004. Web. Jan. 25 (2012)
37. RDF-Schema. The World Wide Web Consortium, February 10, 2004. Web. Jan. 25 (2012)
38. SPARQL. The World Wide Web Consortium, January 15, 2008. Web. Jan. 25 (2012)
39. Semantic Web. The World Wide Web Consortium, November 7, 2011. Web. Jan. 25 (2012)
40. Turtle. The World Wide Web Consortium, March 28, 2011. Web. Jan. 25 (2012)
41. W3C. The World Wide Web Consortium, January 25, 2012. Web. Jan. 25 (2012)
42. XML Schema. The World Wide Web Consortium, October 28, 2004. Web. Jan. 25 (2012)
43. XML. The World Wide Web Consortium, November 26, 2008. Web. Jan. 25 (2012)