

Ontología del estudiante para sistema ubicuo de enseñanza de redes

Gabriela González¹ & Elena B. Durán²

(1) *Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero.*
gabriela.std@gmail.com

(2) *Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero.*
eduran@unse.edu.ar

RESUMEN: el aprendizaje ubicuo representa un nuevo paradigma educativo que permite a los estudiantes aprender en cualquier lugar y momento, a través del uso de una variedad de dispositivos móviles con capacidad de conectarse a una red. Si se agrega personalización a estos sistemas, se obtiene un modo de aprendizaje que no sólo se adapta al tiempo y lugar preferido del alumno, sino también a sus características particulares y objetivos de aprendizaje. La representación de la información relevante del alumno a través de un modelo de usuario se puede realizar de distintas formas, siendo la utilización de ontologías especialmente beneficiosa puesto que éstas proveen un medio para modelar conocimiento explícito, estandarizar el vocabulario y facilitar la comunicación, permitiendo la reusabilidad del conocimiento. En este trabajo se presenta el diseño de un modelo preliminar de una ontología del perfil del estudiante para una aplicación de aprendizaje ubicuo aplicable a la temática de Redes de Computadoras para el nivel universitario.

1 INTRODUCCIÓN

El aprendizaje ubicuo representa un nuevo paradigma educativo, que consiste en la utilización de dispositivos de computación embebidos e invisibles en la vida cotidiana, para favorecer el proceso de aprendizaje.

La Web Semántica, con las ontologías y las técnicas de personalización, ofrecen un entorno inmejorable para la implementación de estos sistemas.

Con la incorporación de técnicas de personalización en un sistema de esta clase se logra ofrecer no sólo un aprendizaje independiente del tiempo y lugar, sino adaptable y personalizado en función de las necesidades particulares de cada estudiante. Una técnica de adaptación de sistemas ampliamente utilizada es el modelado del usuario, donde se construye una representación del mismo en términos comprensibles por el sistema.

Las ontologías permiten representar el conocimiento de un dominio de manera formal, explícita y compartible. Además, proporcionan capacidades de razonamiento e inferencia sobre el cuerpo de conocimiento que representan.

En este trabajo se presenta el resultado de las primeras etapas de la aplicación de la

metodología para el diseño de la ontología del estudiante para una aplicación de aprendizaje ubicuo de soporte a la enseñanza universitaria en un curso de redes de computadoras.

En las secciones siguientes se realiza un abordaje teórico de los principales temas en los que se fundamenta la investigación y se describen las principales funciones de la aplicación que utilizará la ontología. Luego se detallan las etapas completadas, hasta el momento, para el diseño de la ontología y se esbozan algunas conclusiones y líneas de acción futuras.

2 MARCO CONCEPTUAL

2.1 Ontologías

Las ontologías informáticas surgen en la década del 90 como una nueva forma de construir sistemas inteligentes basados en conocimiento. De acuerdo a Studer et al. (1998), “una ontología es una especificación explícita y formal de una conceptualización compartida. Por conceptualización se entiende un modelo abstracto de algún fenómeno para el cual se han identificado sus conceptos relevantes. Explícita significa que los tipos de conceptos usados y las restricciones para su uso han sido explícitamente definidos. Formal se refiere al hecho de que la

ontología debe ser procesable por una máquina. Compartida refleja la noción de que la ontología captura conocimiento conceptual consensuado, es decir, no privativo de un individuo sino aceptado por un grupo.”

Por lo tanto, una ontología es un medio para modelar formalmente la estructura de un sistema; es decir, aquellas entidades y relaciones que emergen de su observación y que son útiles a nuestros propósitos (Guarino et al., 2009).

Los principales componentes de una ontología son (Bermejo, 2007):

- Clases: representan los conceptos del dominio de interés, el cual se conoce como dominio de discurso de la ontología. Los conceptos pueden ser físicos o abstractos, y se organizan en taxonomías.
- Relaciones: representan asociaciones entre conceptos. Generalmente son binarias.
- Atributos: también denominados propiedades o ranuras, describen las características de los conceptos.
- Axiomas formales: para modelar las sentencias que son siempre verdaderas.
- Instancias: representan los elementos o individuos de la ontología.

2.2 Aprendizaje Ubicuo

A finales de la década de los 80, Weiser (1991) definió el término Computación Ubicua como el proceso por el cual se integran, de manera transparente, dispositivos de computación en el mundo físico. Estos dispositivos tecnológicos dejan de ser el centro de atención del usuario, puesto que se confunden con el ambiente, y éste los utiliza sin percatarse de ello.

Hwang et al. (2008) proveen una definición de computación ubicua más acotada: “una nueva tecnología que permite la utilización de grandes cantidades y tipos de objetos funcionales en cualquier lugar y tiempo a través de conexiones de red. Particularmente, se pueden utilizar objetos de comunicación inalámbricos con sensores embebidos que detectan información del usuario y su entorno para la provisión de servicios personalizados”.

Basándose en este concepto y, teniendo como antecedentes al aprendizaje online (e-learning) y móvil (m-learning), surge el aprendizaje ubicuo (u-learning). Éste se caracteriza por proveer maneras intuitivas de identificar los contenidos, servicios y colaboradores para el aprendizaje en el lugar correcto y en el momento adecuado.

En palabras de Agarwal & Nath (2011), “el aprendizaje ubicuo es el próximo paso después del e-learning y se espera que posibilite nuevas formas de enseñanza. Su potencial resulta de las

posibilidades mejoradas de acceder al contenido de aprendizaje y a entornos de aprendizaje colaborativo en el momento preciso, en el lugar adecuado y de la forma más conveniente. Además permite la combinación transparente de ambientes virtuales y espacios físicos”

Las principales características de un Sistema de Aprendizaje Ubicuo son (Graf & Kinshuk, 2008):

- Consciencia de contexto: puede percibir la situación del estudiante y la del entorno en el cual se encuentra inmerso o el mismo.
- Soporte personalizado: de la manera adecuada y en el momento y lugar correctos, basado en la información de contexto personal y ambiental, así como también en el perfil y portfolio de aprendizaje del usuario.
- Aprendizaje invisible: puesto que el estudiante puede moverse de un lugar a otro en el mundo real sin interrumpir su experiencia de aprendizaje.

Asimismo, existen una serie de pautas propuestas por Hwang et al. (2008) para determinar si la aplicación de las tecnologías de computación ubicua beneficiará la experiencia de aprendizaje:

- ¿Los estudiantes necesitan soporte del sistema?
- ¿Se necesitan instrucciones personalizadas?
- ¿Las instrucciones o el soporte deben darse de forma activa?
- ¿Los estudiantes necesitan trasladarse de un lugar a otro durante el proceso de aprendizaje?
- ¿Los estudiantes necesitan aprender en el mundo real?
- ¿El contexto (por ejemplo, ubicación) de los estudiantes afecta al proceso de aprendizaje?

2.3 Personalización

Incorporar personalización en un sistema de información implica tener en cuenta las necesidades de cada usuario particular y adaptar el comportamiento del sistema en función de las mismas. El proceso de identificar y almacenar información acerca del usuario se conoce como modelado del usuario (Mac Aoidh et al., 2009). Este modelo es creado y mantenido por el sistema y, al proveer información clave acerca del usuario, le confiere la habilidad de distinguir entre usuarios y ajustar su reacción en función de las características de los mismos.

Si la adaptación se realiza en un sistema de apoyo al aprendizaje, lo que se personaliza es la experiencia de aprendizaje, y el modelo que se crea se denomina modelo del estudiante. La adaptación se enfoca en el contenido de aprendizaje y en la presentación del mismo. De acuerdo a Fröschl (2005) un sistema de aprendizaje adaptativo se enfoca en como el

material es aprendido por el alumno y pone especial atención a las actividades de aprendizaje, las estructuras cognitivas y el contexto del material de aprendizaje.

La información contenida en el modelo del estudiante puede dividirse en dos categorías (Fröschl, 2005):

- Información dependiente del dominio: representa un reflejo del estado del estudiante y de su nivel de conocimiento y aptitudes, referidos a un tema en particular. Además, existe otra información específica de dominio, como los conocimientos previos, los registros o actividades de aprendizaje realizados (lecciones tomadas, número de pedidos de ayuda, tiempo utilizado para resolver un problema, etc), los registros de calificaciones y evaluaciones, etc.
- Información independiente del dominio: incluye objetivos de aprendizaje, aptitudes cognitivas, motivación, antecedentes y experiencia, preferencias, e información factual e histórica.

La información definida anteriormente constituye una guía a la hora de determinar el contenido del modelo del estudiante, ya que para determinar la información específica que se incluirá se tienen en cuenta las diferentes funciones del sistema particular para el que se construye el modelo.

Si se busca proveer personalización adecuada en sistemas de aprendizaje ubicuo es necesario incorporar, además de toda la información descrita anteriormente, información relativa al contexto del usuario. Esto se debe a que, en un entorno ubicuo, el estudiante puede hacer uso de los servicios provistos por el sistema desde cualquier lugar, en cualquier momento y utilizando cualquier dispositivo computacional con capacidades de conexión.

El contexto en un sistema ubicuo se define como toda aquella información que puede ser usada para caracterizar la situación de una entidad. Por entidad se entiende una persona, un dispositivo, una ubicación o lugar, o una aplicación o programa de computadora (Krummenacher & Strang, 2007).

En Hwang et al (2008) se distinguen dos tipos de contextos:

- Contexto personal: incluye la ubicación del estudiante y su tiempo de arribo, temperatura, ritmo cardíaco, presión sanguínea, etc.
- Contexto ambiental: incluye el ID y ubicación del sensor, temperatura, humedad y otros parámetros del ambiente que rodea al sensor, así como también los objetos que se encuentran cerca o dirigiéndose hacia él.

La consciencia de contexto en un sistema de aprendizaje implica que el sistema es capaz de

identificar las condiciones del mundo real en las que se encuentra inmerso el estudiante y apoyar su proceso de aprendizaje guiando la adquisición de conocimientos en el entorno físico real del mismo.

3 MODELO DE LA ONTOLOGÍA

En la presente investigación se busca diseñar una ontología que represente información del estudiante y su contexto, con el fin de personalizar la experiencia de aprendizaje del mismo en un curso de redes de computadoras, de nivel universitario. Este curso se centrará tanto en actividades de laboratorio como actividades de campo que pueda realizar el estudiante y que requieran de la interacción del mismo con el entorno físico. El curso será implementado con el soporte de una aplicación ubicua, específicamente diseñada para tal fin.

A continuación se realiza una breve descripción de la aplicación, y luego se detallan los pasos realizados para la construcción del modelo inicial de la ontología.

3.1 Descripción de la aplicación

Una asignatura universitaria de redes abarca diferentes temas y actividades, dentro de los cuales se incluyen las prácticas de laboratorio y los trabajos de campo. Para llevar a cabo las mismas, los estudiantes contarán con una aplicación ubicua de apoyo, que podrá correr en tablets o smartphones. Esta aplicación les proporcionará diferentes servicios. A continuación se describen los mismos:

- Servicios de categoría 1:
 - Asistencia personalizada en el reconocimiento de los componentes de una red dentro del Laboratorio de Redes (in-door): la aplicación ofrecerá distintas presentaciones sobre la información de los componentes de una red.
 - Asistencia personalizada en el reconocimiento de los componentes de una red durante una experiencia de campo (out-door): la aplicación ofrecerá distintas presentaciones sobre la información de los componentes de una red.
- Servicios de Categoría 2:
 - Asesoramiento on-line de docentes: el estudiante podrá solicitar a la aplicación la posibilidad de realizar consultas a los docentes del equipo cátedra. La aplicación buscará el docente que en ese momento se encuentre en línea para comunicarlo con el estudiante.

- Asesoramiento on-line de expertos: el estudiante podrá solicitar a la aplicación la posibilidad de realizar consultas a expertos temáticos. La aplicación buscará el experto adecuado para el tema que se quiere consultar y que en ese momento se encuentre en línea para comunicarlo con el estudiante.
- Asesoramiento on-line de pares: el estudiante podrá solicitar a la aplicación la posibilidad de contactarse con sus compañeros. La aplicación buscará entre los estudiantes on-line aquel que mejor pueda apoyar el aprendizaje del alumno solicitante.
- Servicios de Categoría 3
 - Recomendaciones personalizadas sobre bibliografía y/o sitios web a consultar: la aplicación sugerirá al estudiante diferente material de consulta.
 - Recomendaciones personalizadas sobre servicios del sistema que el alumno puede solicitar: la aplicación sugerirá al estudiante solicitar asesoramiento on-line en función del grado de avance en la tarea, y la disponibilidad en ese momento de un docente, un experto en el tema o un alumno que ya haya resuelto esa tarea.
 - Recomendaciones personalizadas sobre tareas o actividades pedagógicas a realizar: la aplicación sugerirá al estudiante realizar una determinada tarea pedagógica del curso en función de su ubicación, su nivel de conocimiento, y el grado de avance en el curso.

3.2 Diseño de la ontología

Con el fin de personalizar los diferentes servicios ofrecidos por la aplicación, se diseñó una ontología del perfil del estudiante. La misma contiene tanto la información personal y académica, como la información relativa al contexto en el que se encuentra el alumno.

Para construir la ontología se siguieron los pasos descriptos en la metodología ONTOLOGY 101 propuesta por Noy & McGuinness (2001).

A continuación se describen los resultados obtenidos luego de completar la ejecución de los cuatro primeros pasos de la metodología mencionada.

3.2.1 Determinación del dominio y el alcance de la ontología

Para definir el alcance y dominio de la ontología, es preciso responder a un conjunto de preguntas básicas: ¿Cuál es el dominio de la ontología?,

¿Para qué va a ser utilizada?, ¿A qué tipos de preguntas debe dar respuesta la ontología?, ¿Quién utilizará y mantendrá la ontología?.

La ontología propuesta representará información del estudiante y su contexto. Se utilizará para personalizar la experiencia de aprendizaje del alumno en un curso de redes de nivel universitario. Será utilizada por la aplicación ubicada que da soporte al curso de redes, y será mantenida por la misma a través de agentes de software.

Para poder determinar el tipo de preguntas a las que debe responder la ontología, se realizó un análisis detallado de la personalización requerida en función de cada uno de los servicios provistos por la aplicación.

En la Tabla 1 se presenta el análisis realizado para los servicios 1 y 2 de la primera categoría. Si bien esta categoría presenta 2 servicios diferenciados, en términos de personalización se requiere la misma información. Esto se debe a que la información específica a brindar acerca del componente o su presentación no dependen de si la red es interna o externa.

Tabla 1. Información requerida para personalizar servicios 1 y 2 de la primera categoría.

Servicio de reconocimiento de componentes
¿Cómo determinar que información acerca del componente se debe presentar?
En función de: - El nivel de conocimiento del alumno, ya que según este nivel se debe describir en más o menos detalle el componente y dar ejemplos u otras ayudas. También puede utilizarse diferente vocabulario (más o menos técnico). - Objetivo, ya que no resulta de interés la misma información si está intentando entender su funcionamiento que si necesita comprar un componente, o bien conectarlo, configurarlo, etc.
¿Cómo determinar el formato más adecuado para presentar la información?
En función de: - Estilo de aprendizaje: de acuerdo a las características descriptas por el modelo de Felder-Silverman (Graf & Liu, 2008). - Preferencias personales: como tipo de medio, colores, etc. - Dispositivo: tamaño de pantalla, aplicaciones o plugins disponibles. - Red: ancho de banda.

Dentro de la segunda categoría, se distinguen tres servicios pero sólo el último de ellos requiere personalización. En la Tabla 2 se presenta el análisis realizado para este servicio.

Tabla 2. Información requerida para personalizar el servicio 3 de la 2ª categoría.

Servicio de asesoramiento entre pares
¿Cómo determinar el compañero más adecuado para asistir al alumno?
En función de: - Comparación entre nivel de conocimientos: es preferible un estudiante con mayor o igual nivel de conocimientos. Se asume que cuanto mayor sea su nivel, es más adecuado. - Comparación entre grado de avance de la tarea: es preferible un estudiante con mayor avance o bien, con la tarea completada. - Tiempo insumido en la tarea: frente a dos estudiantes con igual nivel de conocimientos y grado de avance, es preferible sugerir al alumno que lleva menos tiempo en la tarea. - Comparación entre estilos de aprendizaje: se sugerirá aquel estudiante con igual estilo de aprendizaje (o similar), o bien aquel que posea un estilo que facilite la explicación.

La tercera categoría está compuesta por tres servicios. En la Tabla 3 se presenta el análisis realizado para los mismos.

Tabla 3. Información requerida para personalizar los servicios de la 3ª categoría.

Servicios de recomendaciones
Servicio 1: Recomendaciones personalizadas sobre bibliografía y/o sitios web a consultar.
¿Cómo determinar que material de consulta sugerir?
En función de: - Actividad que estaba realizando el alumno: es un indicador del tipo de información que necesita. Por ejemplo, descripción, procedimiento de conexión/configuración, compatibilidad con otros componentes, en que casos se usa, etc. - El nivel de conocimiento: según este nivel puedo elegir recursos más o menos complejos, o con distinto vocabulario. - Dispositivo: tamaño de pantalla, aplicaciones o plugins disponibles. - Red: ancho de banda. - Ubicación: puedo sugerir concurrir a una biblioteca, laboratorio o cyber si está ubicado físicamente cerca.
Servicio 2: Recomendaciones personalizadas sobre servicios del sistema que el alumno puede solicitar.
¿Cómo determinar si el alumno necesita ayuda?
En función de: - Tiempo insumido en la tarea - Solicitud de ayuda - Errores y/o número de intentos

¿Cómo determinar si sugerir un docente, experto o alumno?
La consulta con un experto estará disponible sólo en ciertas tareas. En estos casos, se sugerirá un experto. Para las demás tareas: - Se buscará primero un docente, si no se encuentra disponible se buscará un alumno. - Para determinar que alumno sugerir, se utilizan los mismos lineamientos que en el servicio 3 de la categoría 2.
Servicio 3: Recomendaciones personalizadas sobre tareas o actividades pedagógicas a realizar
¿Cómo determinar la siguiente tarea a asignarle?
Principalmente en función de la estructura del curso. Además puedo tener en cuenta: - Tiempo insumido: indicador de que el alumno puede necesitar más práctica en esta actividad particular. - Errores o calificación: indicador de que el alumno puede necesitar reforzar conceptos teóricos o procedimientos.

Por lo tanto, la ontología debería poder responder a las siguientes preguntas (no exhaustivas):

- ¿Cuál es el nombre y edad del estudiante?
- ¿Cuál es el nivel de conocimientos del estudiante?
- ¿Cuál es su grado de avance en la tarea actual?
- ¿El estudiante se encuentra cerca de una biblioteca?
- ¿Cuáles son las características del dispositivo que está utilizando el estudiante?
- ¿Cuál es la tarea en la que el estudiante ha cometido más errores?
- ¿Es necesario proveer ayuda al estudiante para completar la tarea actual?
- ¿Cuál es el alumno que puede proporcionar la mejor ayuda al estudiante en la tarea actual?
- ¿Cuál es el tipo de media preferido por el estudiante?
- ¿Cuál es el estilo de aprendizaje del estudiante?
- ¿El estudiante tiene experiencia en un tema x?
- ¿Qué tipo de ejercicios prefiere el estudiante?
- ¿Qué porcentaje del curso ha completado el estudiante?

Estas preguntas se conocen como preguntas de competencia y servirán para evaluar la ontología una vez construida.

3.2.2 Consideración de reutilización de ontologías existentes

En este caso no se considera el reuso de ontologías porque, en primera instancia, no se

busca obtener una ontología general sino específica para la aplicación descrita, y por otra parte, no hay ontologías previamente creadas que sean de utilidad para este caso.

3.2.3. Enumeración de términos importantes para la ontología

En función del análisis realizado se ha confeccionado una lista con los conceptos principales que deben incluirse en la ontología. En esta instancia no es importante determinar la función o relación entre conceptos, sino simplemente obtener una lista de términos que describan la información a representar. Los términos extraídos se muestran en la Fig. 1.

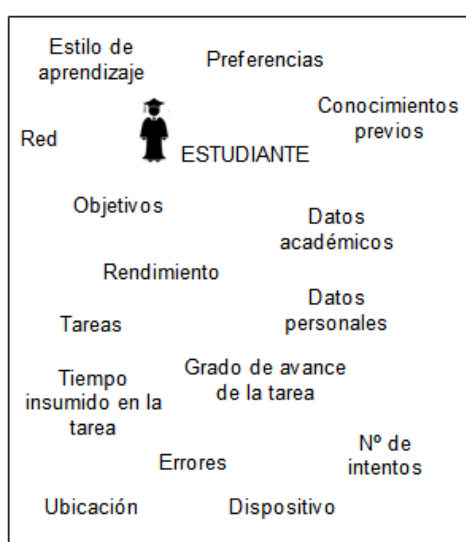


Figura 1. Principales conceptos del dominio de discurso de la ontología.

3.2.4 Definición de clases y su jerarquía

Tomando como base los conceptos definidos en el paso anterior, se definió un modelo preliminar de las clases de la ontología, tal como se observa en la Fig.2. También se enuncian algunos atributos para cada clase.

Actualmente, se está trabajando en la definición de las relaciones entre las distintas clases de la jerarquía.

Para completar los restantes pasos metodológicos es preciso definir los atributos o propiedades de cada clase (paso 5), así como las facetas de estas propiedades (paso 6). Las facetas representan características de los atributos, como por ejemplo, cardinalidad, tipo de valor, dominio, rango, etc.

Una vez que se han completado estos 6 pasos, la ontología esta completa y ya es posible crear instancias individuales a partir de las clases. Es

decir, obtener la base de conocimientos a través de la ontología.

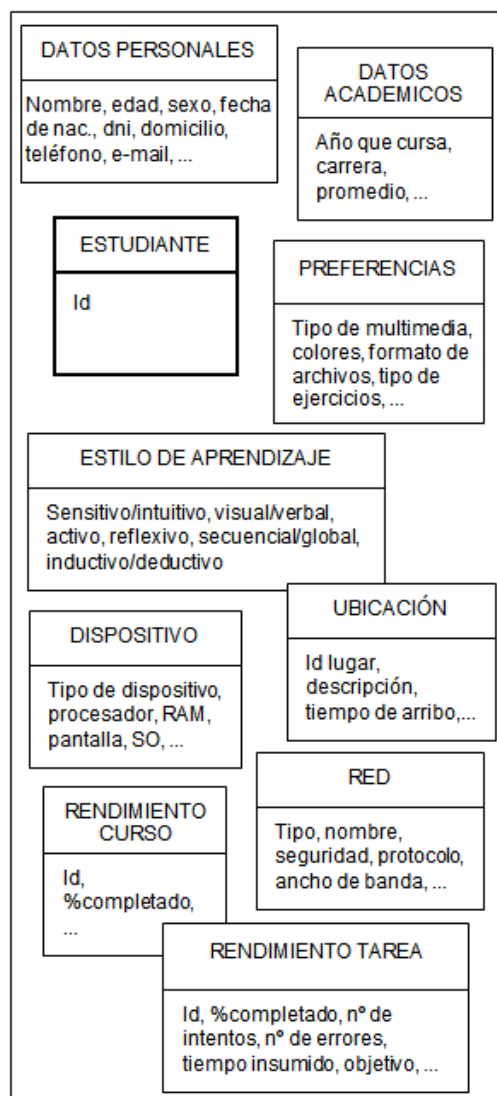


Figura 2. Clases de la ontología.

4 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se han presentado los resultados obtenidos al concretar los primeros pasos metodológicos necesarios para el diseño de una ontología para el perfil de estudiante de una aplicación ubicua para el aprendizaje de Redes de Computadoras.

En particular se han mostrado los resultados alcanzados en el análisis del dominio de la ontología, el cotejo del modelo de información propuesto con las preguntas de competencia, para determinar si el mismo permite proveer la funcionalidad requerida, y la definición de las principales clases que conforman el modelo.

El modelo preliminar presentado en este trabajo, se irá refinando a lo largo de la investigación hasta lograr la ontología que permita personalizar la experiencia de aprendizaje de los alumnos en lo que respecta a las actividades de laboratorio y de campo de un curso universitario de redes.

Dentro de los trabajos futuros a realizar se encuentran: el refinamiento de los componentes de la ontología, su programación en lenguaje OWL utilizando la herramienta Protégé, y la evaluación de la misma aplicándolo a un curso concreto de Redes de Computadoras en las carreras de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.

5 REFERENCIAS

- Agarwal S. & A. Nath, Some challenges in designing and implementing learning material for ubiquitous e-learning environment, *Journal of Global Research in Computer Science*, 2(2), 2011.
- Bermejo, J., A Simplified Guide to Create an Ontology, Madrid University, 2007.
- Fröschl, C., User modeling and user profiling in adaptive e-learning systems, Graz, Austria: Master Thesis, 2005.
- Guarino, N., D. Oberle, , & S. Staab, What is an Ontology?, *Handbook on ontologies* (pp. 1-17), Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- Graf, S. & Kinshuk, Adaptivity and Personalization in Ubiquitous Learning Systems, *HCI and Usability for Education and Work*, 331-338, Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- Graf, S. & T. C. Liu, Identifying learning styles in learning management systems by using indications from students' behavior, *Advanced Learning Technologies*, 482-486, IEEE, 2008.
- Hwang, G.-J., C.-C. Tsai & S. J. H. Yang, Criteria, Strategies and Research Issues of Context-Aware Ubiquitous Learning, *Educational Technology & Society*, 11 (2), 81-91, 2008.
- Krummenacher, R. & T. Strang, Ontology-based context modeling, *Proceedings Third Workshop on Context-Aware Proactive Systems (CAPS 2007) (June 2007)*, 2007.
- Mac Aoidh, E., G. McArdle, M. Petit, C. Ray, M. Bertolotto, C. Claramunt, & D. Wilson, Personalization in adaptive and interactive GIS, *Annals of GIS*, 15(1), 23-33, 2009.
- Noy, N. F. & D. L. McGuinness, Ontology development 101: A guide to creating your first ontology, 2001.
- Studer R., R. Benjamins, & D. Fensel, Knowledge engineering: Principles and methods, *Data & Knowledge Engineering*, 25(1-2):161-198, 1998.
- Weiser, M., The computer for the 21st century, *Scientific american*, 265(3), 94-104, 1991.