

Sistema de procesamiento distribuido como soporte al módulo de búsqueda sobre repositorios de objetos virtuales de aprendizaje para la plataforma de E-Learning dotLRN

Distributed processing system as support to the search module on virtual repositories of learning objects for E-Learning platform dotLRN

Jorge L. Bacca
Universitat de Girona
jorge.bacca@udg.edu

Adriana Noguera Rojas
Ernst & Young
a.noguera10@uniandes.edu.co

Silvia M. Baldiris
Universitat de Girona
baldiris@silver.udg.edu

Juan C. Guevara
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
jcguevarab@udistrital.edu.co

Ramón Fabregat Gesa
Universitat de Girona
ramon.fabregat@udg.edu

Este artículo describe un módulo meta-buscador sobre diversos repositorios de objetos virtuales de aprendizaje (Merlot, Connexions y Fedora Commons) denominado LORSE (Learning Object Repositories Searcher) que se integra a la plataforma de e-Learning dotLRN para que los estudiantes y profesores puedan buscar recursos educativos en los repositorios mencionados sin necesidad de salir de la plataforma dotLRN. Los repositorios de recursos educativos son una fuente fundamental en los procesos de e-learning por su alto contenido de material diseñado para la educación en diversas áreas del conocimiento y que está disponible para su consulta. LORSE está compuesto por un sistema multi-agente donde los agentes se encargan de las tareas de búsqueda sobre los repositorios de recursos educativos y al mismo tiempo distribuyen la carga de procesamiento del sistema.

Palabras clave: dotLRN, e-learning, meta-buscador, multiagente, repositorios educativos

This paper describes a meta-searcher module over some educational repositories: Merlot, Connexions and Fedora Commons, called LORSE (Learning Object Repositories Searcher) that is integrated to dotLRN so that teachers and students can search educational resources in these repositories without going outside the e-learning platform dotLRN. The educational resources repositories are a key source in the e-learning process because of their high content of material designed for education in diverse knowledge domains. LORSE consist of a multi-agent system, where the agents perform the searching tasks of educational resources in the learning object repositories and the processing distribution in the system.

Keywords: dotLRN, e-learning, educational repositories, meta-search engine, multiagent

Introducción

Los repositorios de objetos de aprendizaje almacenan recursos educativos sobre diversos temas. Estos repositorios están distribuidos en la web y algunos de ellos almacenan cada objeto de aprendizaje con un estándar específico de etiquetado (estructura del metadato). El repositorio

Merlot (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching) (Suter y Cremer, 2011) almacena aproximadamente 28.044 recursos de aprendizaje y tiene cerca de 94.563 miembros que de manera colaborativa agregan recursos educativos incrementando de esta manera el número de objetos de aprendizaje disponibles. Por otro lado, Connexions (Thierstein, 2011) es un repositorio creado para

compartir recursos educativos los cuales están organizados en módulos y en cursos, éstos últimos son llamados colecciones. Estos recursos son publicados bajo la licencia Creative Commons y una de las más importantes ideas acerca del repositorio Connexions es que nuestro cerebro no es lineal, nosotros aprendemos haciendo conexiones entre nuevos conceptos y nuevas cosas que podemos conocer a nuestro alrededor (Thierstein, 2011), en nuestro entorno. El tercer repositorio es Fedora Commons (Branan, 2011), el cual permite administrar contenido digital en forma de objetos de datos. Cada objeto de datos tiene componentes que permiten almacenar metadatos sobre un recurso específico.

El hecho de que estos repositorios se encuentren aislados en la red, es decir, que sean independientes completamente el uno del otro, implica que las búsquedas que se deseen realizar sobre fuentes especializadas en objetos y recursos de aprendizaje no obtendrán resultados específicamente sobre estos repositorios sino sobre toda la web. Esto dificulta la extracción de lo que se necesita en la búsqueda y además requiere dedicar un mayor tiempo para realizar el filtrado de los resultados. Estas búsquedas no son llevadas a cabo en buscadores especializados sino en buscadores generales como por ejemplo google, Yahoo, etc.

Ahora bien, una vez localizados los recursos disponibles, su organización resulta compleja. En este sentido en el meta-buscador LORSE ha implementado un mecanismo de almacenamiento de aquellos recursos encontrados a través de las búsquedas que el usuario considere relevantes para ser almacenados en su cuenta particular sobre la plataforma dotLRN (Greenspun, 2011). Los repositorios disponibles manejan diferentes mecanismos de búsqueda y estándares de etiquetado, y debido a esto se debe contemplar la posibilidad de tener varios mecanismos de búsqueda sobre los diferentes repositorios disponibles.

El repositorio MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching) (Suter y Cremer,

2011) no solo almacena recursos de aprendizaje sino que tiene un conjunto de actividades en forma de proyectos, documentos o trabajos los cuales pueden ser parte de un curso y los cuales pueden ser relacionados a un objeto de aprendizaje individual o pueden ser relacionados con cualquier otro recurso de aprendizaje. En este repositorio los recursos de aprendizaje son clasificados en categorías y algunas de estas categorías son animaciones, herramientas de evaluación, caso estudios, colecciones, cursos en línea, simulaciones, material de referencia y tutoriales.

El repositorio Connexions almacena material educativo organizado en módulos los cuales integran los cursos. De acuerdo con el equipo de desarrollo del repositorio, Connexions es un ambiente colaborativo para desarrollar, intercambiar y publicar cualquier tipo de contenido educativo (Thierstein, 2011). Algunos de las características más importantes del repositorio Connexions son:

- Los contenidos educativos están almacenados en formato XML lo que permite que sean compartidos entre diferentes plataformas y proporciona un alto grado de interoperabilidad.
- El contenido es publicado bajo la licencia Creative Commons para permitirle a los autores compartir el conocimiento.
- Los autores tienen la posibilidad de estar en contacto con otros para mejorar la interacción colaborativa.

Por otro lado, el repositorio de contenidos digitales Fedora Commons almacena contenido educativo que es manejado como objetos, donde cada uno de estos objetos tiene un flujo de datos que representa el contenido de los metadatos asociados.

La plataforma propuesta en este trabajo fue desarrollada con un sistema multiagente (Gómez, Garijo, y Pavón, 2002) donde, con el fin de obtener un conjunto de resultados acerca de un término específico, cada agente está especializado en buscar sobre uno de los repositorios mencionados anteriormente de acuerdo a sus preferencias individuales en cuanto a mecanismos de búsqueda y modos de etiquetado de los objetos o recursos almacenados en cada uno. Estos agentes deben recuperar los resultados de la búsqueda y procesarlos para entregarlos a la interfaz que mostrará al usuario estos resultados. Por este motivo se requiere de un procesamiento, por cada búsqueda y por cada agente, en el mismo servidor. En este sentido, se ha planteado la posibilidad de implementar un sistema de procesamiento distribuido con el uso de servidores periféricos donde los agentes gracias a su característica de movilidad, se pueden desplazar y ejecutar sus tareas, De esta manera se libera al servidor principal de algunos procesos.

Metodología

La metodología seleccionada para el desarrollo del módulo de búsqueda corresponde a la integración de tres metodo-

Fecha recepción del manuscrito: Mayo 24, 2011

Fecha aceptación del manuscrito: Agosto 10, 2011

Jorge L. Bacca, Silvia M. Baldiris y Ramón Fabregat Gesa, Universitat de Girona; Adriana Noguera Rojas, Ernst & Young; Juan C. Guevara, Facultad Tecnológica, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Esta investigación fue financiada por: Ministerio de Educación y Ciencia de España, Ministerio de Economía y Competitividad de España, Universitat de Girona (España) y Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia).

Correspondencia en relación al artículo debe ser enviada a: Jorge L. Bacca. Email: jorge.bacca@udg.edu

logías (RUP, INGENIAS, Procesamiento distribuido) que definen un conjunto de pasos o actividades a seguir para lograr la implementación del sistema. Adicionalmente estas metodologías se encuentran divididas en las fases de todo proyecto de ingeniería (requerimientos, análisis, diseño implementación y pruebas). La metodología RUP que define un conjunto de pasos para modelar los componentes del software. La metodología INGENIAS (Gómez et al., 2002) que permite realizar el modelamiento del sistema multiagente de la aplicación. Y finalmente la metodología de procesamiento distribuido que orienta el desarrollo del sistema de distribución de carga de procesamiento y que está basada en el estándar ISO / IEC 10746-1 (Romero, Troya, y Vallecillo, 2008). De esta forma la integración de las metodologías define un marco metodológico completo.

Resultados

El principal resultado del proyecto es un componente software que se puede integrar a la plataforma de e-learning dotLRN y que consiste en un buscador que mejora la plataforma proporcionando la funcionalidad de búsqueda de objetos virtuales de aprendizaje en tres repositorios educativos: Merlot, Connexions y Fedora Commons. Adicionalmente, para soportar el procesamiento necesario para obtener los datos requeridos desde cada uno de los repositorios, se utiliza un sistema de distribución de procesamiento manejado por medio de un sistema multiagente.

Este sistema multiagente provee una importante funcionalidad en cuanto a la búsqueda de objetos de aprendizaje en tres diferentes repositorios de objetos de aprendizaje. En conjunto con el paquete o módulo desarrollado para la plataforma de e-learning dotLRN estudiantes y profesores cuentan con una única interfaz para buscar los objetos de aprendizaje y almacenar en su cuenta de usuario personal los objetos de su interés para consultarlos posteriormente. Todo ello desde la plataforma de e-Learning dotLRN de tal forma que estudiantes y profesores no necesitan acudir a otros buscadores para consultar objetos de aprendizaje. Este sistema multiagente también ofrece una plataforma escalable que ha sido diseñada teniendo en cuenta los mecanismos de búsqueda de cada repositorio. Nuevos agentes pueden ser agregados a la plataforma de tal forma que se puedan incluir nuevos repositorios para la búsqueda. De manera cooperativa los agentes obtienen y procesan los resultados según la petición hecha de acuerdo a los objetos de aprendizaje solicitados por el usuario a través del paquete de la plataforma dotLRN.

Como resultado del desarrollo del proyecto se concluye que el uso de un sistema multiagente en el desarrollo del meta-buscador cobra importancia por el lado de soluciones con bases tecnológicas innovadoras. La modularidad que presenta un sistema de agentes organizado y con una distribución de tareas para cumplir un objetivo general

da como resultado la optimización y el aislamiento de procesos que se realizan en sistemas utilizados por diferentes usuarios al mismo tiempo, como es el caso de acceso al buscador LORSE. Por otro lado, las búsquedas que se pueden realizar sobre diferentes repositorios ubicados geográficamente en distintos lugares a través de internet requieren de niveles aceptables de disponibilidad y un procesamiento adecuado para ofrecer un buen servicio al usuario. Además es importante mencionar que algunos objetos consultados tienen un mayor tamaño a los archivos o páginas consultadas en la web generalmente. Debido a esto, se quiere resaltar la optimización de los procesos de búsqueda con el sistema de distribución de carga de procesamiento cuya fundamentación se ha basado en la norma ISO/IEC 10746 y que se ha integrado al sistema multiagente que finalmente gracias a sus características hace posible el desarrollo de esta solución telemática. La Figura 1 detalla el funcionamiento del sistema de distribución de carga de procesamiento.

En la Figura 1 se representan con circunferencias los tres agentes móviles que se desplazan por medio de la red LAN (Local Area Network) hacia tres servidores periféricos diferentes (identificados en la figura como servidor periférico 1, servidor periférico 2 y servidor periférico 3) donde realizan algunas tareas de procesamiento para liberar carga del servidor central.

Desde cada uno de estos servidores periféricos los agentes se conectan con los servidores donde están alojados los repositorios de objetos de aprendizaje. Esta conexión se realiza mediante servicios web a través de internet. Los repositorios responden con un flujo en formato XML que contiene los resultados de la petición de búsqueda realizada. Este flujo XML es interpretado por cada uno de los agentes y se extraen los metadatos de cada uno de los objetos de aprendizaje que se obtienen como resultado de la búsqueda. Los procesos de decodificación del XML, extracción de metadatos y organización de los resultados de búsqueda se realizan en los servidores periféricos con el fin de liberar esa carga del servidor central (identificado en la figura 1 como AOL server y Servidor Apache Tomcat). Cuando los agentes tienen los resultados de la búsqueda organizados, retornan al servidor central con los resultados para entregarlos a la plataforma de e-Learning.

En el servidor central se implementó un agente coordinador que se encarga de controlar la asignación de tareas a los agentes móviles, así como tareas de gestión de las peticiones realizadas desde la plataforma de e-Learning.

Adicionalmente, dando respuesta a una de las problemáticas planteadas y teniendo en cuenta la posibilidad de acceder y consultar sobre diferentes, importantes y elaborados repositorios de objetos de aprendizaje, resulta muy efectivo contar con una herramienta que permita al usuario buscar sobre los repositorios disponibles refinando las búsquedas para

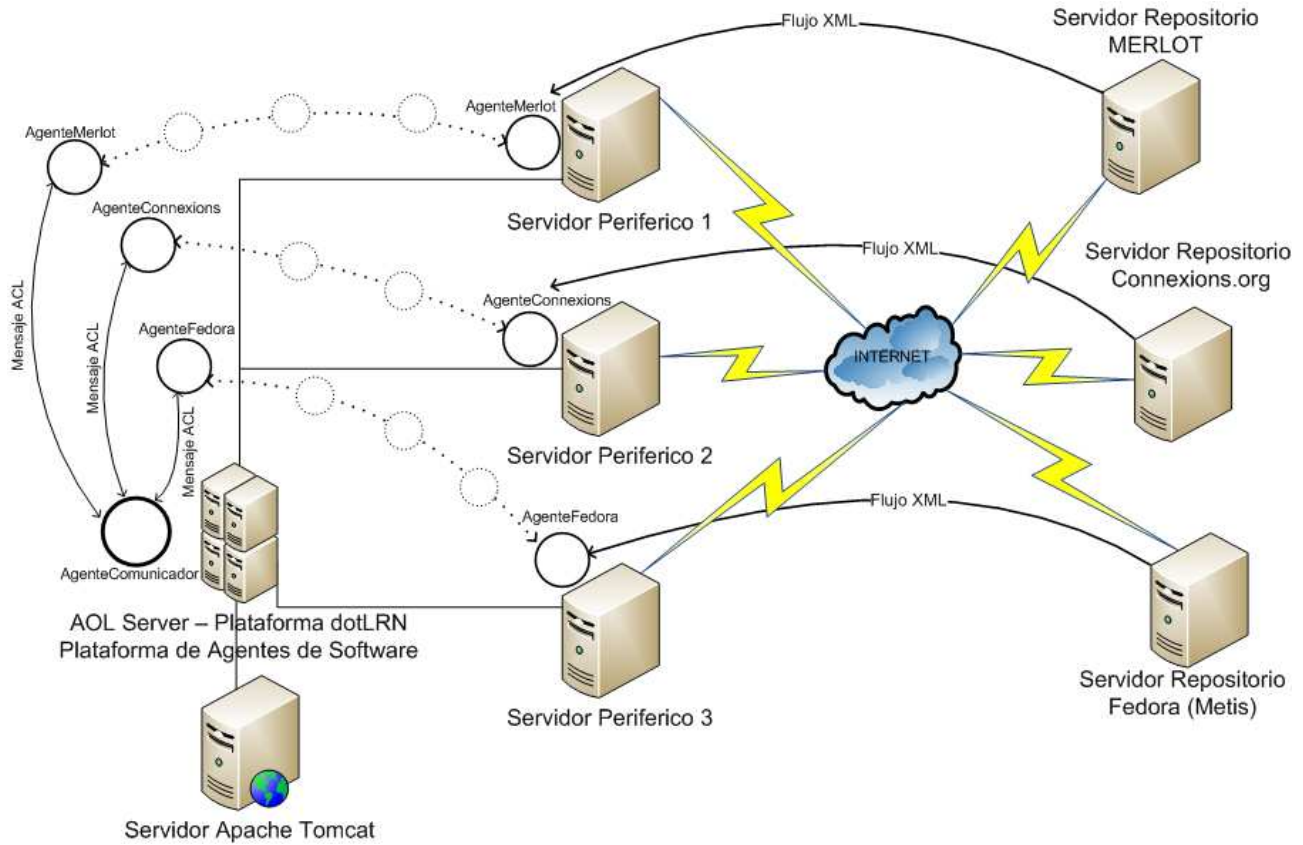


Figura 1. Esquema de funcionamiento del sistema de distribución de carga basado en un sistema multiagente.

obtener mejores resultados, así como realizar una búsqueda específica sobre los tres repositorios disponibles al mismo tiempo sobre un tema específico.

Finalmente como trabajo futuro se plantea que el sistema multiagente puede ser mejorado al crear nuevos agentes para implementar nuevas funcionalidades para el sistema de búsqueda tales como test adicionales para verificar el nivel de conocimientos del estudiante. Adicionalmente se podrían implementar servicios web con agentes y clientes para estos servicios con el objetivo de mejorar la interoperabilidad con otros sistemas de gestión de aprendizaje.

Conclusiones

Se evaluó y evidenció que el desarrollo de plataformas de e-learning resulta importante y muy relevante actualmente debido a sus características de disponibilidad, de servicios como la creación de comunidades, del almacenamiento de información, de los foros, de los chats, de los calendarios, entre otros elementos que pueden conformar una plataforma para ser usada en la educación como por ejemplo DotLRN. Esta plataforma ha sido desarrollada bajo licencia open-source, lo que es una característica relevante para continuar con la implementación de nuevos componentes o módulos con el objetivo de mejorar las herramientas educativas que

son implementadas para ser trabajadas desde internet y que son adoptadas en mayor medida por organizaciones e instituciones educativas.

Para el desarrollo del sistema multiagente se ha implementado la metodología INGENIAS la cual ha permitido el diseño de los mecanismos de organización de los agentes, el control de ejecución de tareas y procesos y su interacción con el entorno. Por otro lado, el sistema de distribución de carga de procesamiento basado en un sistema multiagente es una solución innovadora que toma ventaja de las funcionalidades de movilidad de los agentes entre equipos de la red y permite utilizar las capacidades de procesamiento de otros equipos en una red LAN para de esta manera liberar carga de procesamiento del servidor central.

El mecanismo de distribución de carga de procesamiento demuestra las capacidades de un sistema multiagente para la distribución de carga de procesamiento tomando ventaja de las capacidades de movilidad de los agentes. Por otro lado, debido a las características del sistema multiagente, se facilitan las tareas de coordinación, intercambio de mensajes, control y monitoreo del mecanismo de distribución de carga de procesamiento. Las capacidades inteligentes del sistema multiagente pueden además facilitar la gestión de los procesos y automatizar la distribución de carga.

Agradecimientos

Jorge Bacca, Silvia Baldiris y Ramon Fabregat pertenecen al grupo de investigación BCDS (ref. GRCT40) de la Universitat de Girona en España, que es parte del grupo consolidado DURSI COMUNICACIONS I SISTEMES INTELLIGENTS (CSI) (ref. SGR-1202). Jorge Bacca agradece al Ministerio de Economía y Competitividad de España por la ayuda (BES-2012-059846 – FPI-MICCIN). Este trabajo esta apoyado en parte por Ministerio de Educación y Ciencia de España bajo el proyecto ARrELS (TIN2011-23930). Juan Carlos Guevara y Adriana Noguera hacen parte del Grupo de Investigación METIS de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Colombia.

Referencias

Branan, B. (2011, Mayo). *Fedora commons*. On line. Descargado de www.fedora-commons.org

- Gómez, J. J., Garijo, F., y Pavón, J. (2002). *Modelado de sistemas multi-agente*. Tesis Doctoral no publicada, Universidad Complutense de Madrid.
- Greenspun, P. (2011, Mayo). *Learn, research, network .lrn*. On line. Descargado de www.dotlrn.org/about
- Romero, J., Troya, J., y Vallecillo, A. (2008). Modeling odp computational specifications using uml. *The Computer Journal*, 51(4), 435-450.
- Suter, V., y Cremer, D. (2011, Mayo). *Multimedia educational resource for learning and online teaching - merlot*. On line. Descargado de www.merlot.org/merlot/index.htm
- Thierstein, J. (2011, Mayo). *Connexions*. On line. Descargado de <http://cnx.org/aboutus/>