

MODELO MULTI-AGENTE PARA LA EVALUACIÓN Y EL DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

MULTI-AGENT MODEL FOR THE EVALUATION AND DIAGNOSIS OF THE FAILURES IN THE TEACHING-LEARNING PROCESSES

Oscar M. Salazar¹, Thomás Quiroz², Demetrio A. Ovalle³

Recibido para publicación: 8 de septiembre 2016 - Aceptado para publicación: 21 de octubre 2016

RESUMEN

En los ambientes virtuales de aprendizaje no existen actualmente mecanismos efectivos que permitan una detección temprana y diagnóstico de fallas en el aprendizaje. Integrar este tipo de elementos a los entornos virtuales de aprendizaje, podría mejorar el aprendizaje ya que a partir del diagnóstico suministrado por el sistema se puede diseñar un plan de acciones que contribuya al fortalecimiento de las temáticas de los cursos. El objetivo de este artículo es presentar el diseño y desarrollo de un modelo multi-agente para la evaluación y el diagnóstico de fallas el cual busca descubrir las falencias en el aprendizaje a partir del proceso de evaluación virtual. Adicionalmente, el modelo busca ofrecer una retroalimentación y recomendar nuevos contenidos educativos adaptados a los perfiles de los aprendices. Basado en el modelo propuesto, un prototipo fue implementado y validado a través de un caso de estudio. Los resultados obtenidos permiten concluir que los estudiantes se sintieron acompañados durante el proceso de evaluación y obtuvieron una retroalimentación en tiempo real que identificó falencias y permitió recomendar recursos educativos con el fin de fortalecer el proceso de aprendizaje.

PALABRAS CLAVE: Cursos Virtuales Adaptativos, e-assessment, Ontologías, Objetos de Aprendizaje, Sistemas Multi-Agente.

ABSTRACT

In virtual learning environments, there are currently no effective mechanisms for early detection and diagnosis of learning failures. Integrating this type of elements into virtual learning environments could improve learning and from the diagnosis provided by the system can design a plan of actions that contribute to the strengthening of the topics of the courses. The objective of this article is to present the design and development of a multi-agent model for the evaluation and diagnosis of faults. In addition, the model seeks to offer feedback and recommend new educational content tailored to the trainees' profiles. Based on the proposed model, a prototype was implemented and validated through a case study. The results obtained allow us to conclude that the students felt accompanied during the evaluation process and obtained a feedback in real time that identified shortcomings and allowed the educational resources in order to strengthen the learning process.

KEY WORDS: Adaptive Virtual Courses, e-assessment, Ontologies, Learning Objects, Multi-Agent Systems

¹ Universidad Nacional de Colombia, omsalazaro@una.edu.co

² tquirozv@una.edu.co

³ dovalle@unal.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

El continuo crecimiento de los entornos virtuales de aprendizaje y la gran acogida que estos están teniendo en la actualidad, permiten un mejoramiento continuo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este crecimiento demanda nuevos paradigmas que permitan trabajar con el gran número de usuarios que dichos sistemas soportan actualmente. Sin embargo, el creciente número de usuarios no permite desplegar mecanismos de enseñanza personalizada, es decir, que existen falencias en el monitoreo continuo del progreso de los estudiantes dentro de los entornos virtuales de aprendizaje [1]. Otra gran falencia en este tipo de entornos está en la falta de personalización de los contenidos presentados a los estudiantes, ya que éstos no consideran los estilos de aprendizaje de cada uno de los estudiantes en los ambientes virtuales de aprendizaje no existen mecanismos efectivos de detección y diagnóstico de fallas en el aprendizaje que permitan una detección temprana de falencias. Integrar este tipo de elementos a los entornos virtuales de aprendizaje, puede suministrar un diagnóstico detallado que permita diseñar un plan de acciones que contribuyan al fortalecimiento de las temáticas de los cursos. De igual manera, esto hace más fácil la recomendación de nuevos recursos educativos tales como objetos de aprendizaje (OA) que apoyen la resolución o el fortalecimiento de dichas falencias en el aprendiz [2].

El objetivo de este artículo es presentar el desarrollo de un modelo multi-agente para la evaluación y el diagnóstico de fallas en procesos de enseñanza-aprendizaje, el cual busca descubrir las falencias en el aprendizaje a partir del proceso de evaluación virtual. Posteriormente, el modelo busca ofrecer una retroalimentación y recomendar nuevos contenidos a partir de las falencias identificadas. La integración de este tipo de tecnologías permite un mejoramiento en el monitoreo de los estudiantes y la detección temprana de falencias con el fin de atacarlas bien sea por parte del sistema o por parte del profesor a partir de la presentación de informes de evaluación.

El artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección dos se presenta un marco teórico con los conceptos representativos del área de investigación; posteriormente, en la tercera sección se realiza una revisión de literatura sobre

trabajos de investigación relacionados. La cuarta sección presenta el modelo propuesto y los elementos que lo componen. La implementación y validación del modelo es presentada en la sección cuatro. Finalmente, en la quinta sección, se exponen las conclusiones obtenidas a partir del desarrollo de la investigación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. E-assessment

El término assessment es comúnmente usado para referirse a todas las actividades que los profesores llevan a cabo para ayudar a los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje y para cuantificar el progreso del mismo [1]. La evaluación virtual o e-assessment por su parte, es un importante componente del e-learning el cual proporciona dirección, enfoque y orientación al alumno mientras participa de algún proceso de aprendizaje virtual [3]. Utilizar este tipo de herramientas automáticas trae como ventajas velocidad, disponibilidad, consistencia y objetividad al momento de realizar evaluaciones. Sin embargo, es importante resaltar que estas herramientas requieren de un diseño pedagógico cuidadoso por parte del profesor.

2.2. Cursos Virtuales Adaptativos

Los Cursos Virtuales Adaptativos (CVA) son herramientas computacionales capaces de guiar al alumno a lo largo de un dominio particular del conocimiento, resolviendo durante el proceso tareas tales como la elaboración de una estrategia de planificación de actividades de aprendizaje, adaptación de contenidos educacionales y evaluación de su desempeño durante el desarrollo de un curso virtual [4]. Cabe señalar que los recursos educativos más utilizados en la actualidad en el marco de los CVA son los Objetos de Aprendizaje (OA), que se definen como entidades auto descritas mediante metadatos bien definidos cuyo principal objetivo es permitir su almacenamiento y recuperación por tantos usuarios como sea posible [5]. De igual manera los metadatos reflejan la finalidad para la cual fue creada el objeto y hacia qué población o dominio está enfocado. Con el objetivo de estandarizar los esquemas de representación de metadatos de OAs se han desarrollado numerosas iniciativas, una de las más reconocidas es el estándar IEEE-LOM el cual fue utilizado para el desarrollo de esta investigación.

2.3. Ontologías

“Una ontología es el resultado de seleccionar un dominio y aplicar sobre el mismo un método para obtener una representación formal de los conceptos que contiene y las relaciones que existen entre estos” [13]. Existen diferentes lenguajes para representar ontologías, el más utilizado es OWL [14], el objetivo principal de este lenguaje es el procesamiento automático de información por parte de las aplicaciones en la web, en vez de que sea procesada con intervención humana como se realiza en la Web tradicional.

2.4. Sistemas Multi-Agente

Provenientes de la inteligencia artificial distribuida (IAD), se definen como sistemas complejos constituidos por agentes autónomos con conocimientos específicos en un dominio, capaces de interactuar para realizar tareas orientadas a la consecución de un objetivo común [15][16]. Otra de las características de este tipo de sistemas es la facilidad de adquisición y procesamiento de información que se encuentra altamente distribuida, lo que se complementa perfectamente con la computación ubicua y los dispositivos móviles.

3. TRABAJOS RELACIONADOS

Esta sección examina algunos trabajos relacionados con las áreas de investigación que aborda el presente trabajo, contrastando las ventajas y desventajas de cada uno de estos. A continuación se presentan los trabajos examinados:

Amelung et al. [1] presentan un sistema para calificar automáticamente evaluaciones en la enseñanza de las ciencias de la computación, dicho sistema ofrece un servicio que permite realizar pruebas automáticas de tareas de programación. La orientación del sistema como servicio brinda ventajas al momento de integrarlo de forma flexible con diversos entornos de e-learning. Adicionalmente, el sistema está en la capacidad de brindar recomendaciones y retroalimentación a partir de las respuestas ingresadas por los estudiantes durante el proceso de evaluación, dicha información es consignada durante el proceso de diseño pedagógico de las evaluaciones por parte del profesor.

Scarlat et al. [7] llevan a cabo el diseño, el

desarrollo y la validación de un sistema de e-assessment, centrándose en la parte práctica de la educación formal en el campo de la medicina. Esta herramienta utiliza la evaluación basada en casos, es decir, realiza una traza de los casos más comunes en el entorno médico real, con el fin de que los estudiantes puedan evaluarlos y generar diagnósticos. En la interacción con el sistema el estudiante tendrá la capacidad de visualizar los diversos síntomas de los pacientes y emitir un diagnóstico, el cual será contrastado con la respuesta correcta que ha ingresado el profesor.

Hajje et al. [8] abordan el problema de la difícil integración y migración de evaluaciones virtuales en diferentes plataformas de aprendizaje virtual. Para esto proponen un enfoque, basado en un servicio de computación en la nube, para la integración de funcionalidades de e-assessment en los diferentes sistemas LMS utilizando un proceso generalizado de evaluación virtual. A partir de esto, este estudio propone tres pasos. El primer paso consiste en el desarrollo de una arquitectura genérica de los elementos que componen un LMS tradicional (estudiante, profesor, administrador de cursos, curso, contenido, clase, objetivos, evaluación, etc.). El segundo paso describe un conjunto de reglas de asignación para adaptar este proceso de evaluación genérica sobre los perfiles de aprendizaje. Para garantizar una mayor flexibilidad en el proceso genérico de evaluación electrónica, ofrecen un servicio en la nube que define las reglas de asignación. El tercer paso consiste en publicar el proceso de e-assessment obtenido como un servicio compuesto en la nube que permite flexibilidad e interoperabilidad en el proceso evaluación de cualquier LMS.

Ahmad y Bokhari [9] presentan un entorno de e-learning basado en una arquitectura multi-agente que considera características del estudiante para proporcionar material educativo adaptado a su perfil, el cual es diseñado por un profesor particular para apoyar el proceso de aprendizaje. El enfoque principal del sistema busca mejorar el nivel de seguridad y reducir la complejidad de la interacción del sistema a nivel de usuario. La arquitectura del sistema considera ocho agentes que interactúan para realizar tareas de recomendación de recursos, asistencia en el diseño de nuevos materiales, evaluación del estudiante y administración de contenidos del curso.

Los trabajos examinados previamente permiten evidenciar grandes mejoras dentro del campo de investigación no solo a nivel tecnológico sino también conceptual. Sin embargo, también presentan algunas falencias que necesitan ser abordadas con el fin de mejorar el proceso de evaluación al interior de entornos virtuales de aprendizaje. Estas falencias radican principalmente en la ausencia de mecanismos que permitan la retroalimentación y recomendación de nuevos contenidos en evaluaciones virtuales, con el fin de fortalecer el proceso de aprendizaje. Otra falencia notoria que genera grandes porcentajes de deserción en los CVA es la falta de acompañamiento durante el proceso de evaluación, esto se debe a que la evaluación virtual tradicional no tiene la capacidad de encontrar falencias puntuales en los estudiantes con el fin no solo de calificarlos sino de fortalecerlos en dichos vacíos. Este por ejemplo, es el caso del trabajo planteado por Ahmad y Bokhari [9] en el cual se plantea un módulo de evaluación cuantitativa que no permite identificar las falencias asociadas a los estudiantes con el fin de proponer nuevos recursos educativos. Muchas veces, las falencias se encuentran en los materiales académicos propuestos en el curso o en la manera en que estos son presentados, es decir, no existen dentro de estos materiales recursos educativos que respondan a los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

4. MODELO PROPUESTO

El modelo que se propone para la evaluación y el diagnóstico de fallas en procesos de enseñanza-aprendizaje considera dos frentes: el primero permite la estructuración y despliegue de una ontología de dominio específico que incluye una estructura genérica de representación de CVA, al igual que un mecanismo de representación de perfiles de usuario. El segundo frente, considera la conceptualización, el análisis y el diseño de un modelo Multi-Agente utilizando las fases propuestas por la metodología Prometheus [10]. A continuación se describe el proceso de desarrollo y los resultados obtenidos de cada uno de los frentes mencionados:

4.1. Proceso de representación del conocimiento

Durante el proceso de representación del conocimiento, se identifican inicialmente los conceptos relacionados con el dominio y posteriormente se detallan las propiedades que los definen. Como resultado, se obtuvo la taxonomía presentada en la figura 1, en la cual se observa la estructura genérica de los CVA, los cuales se componen de diversos temas. Los temas a su vez, son presentados a partir de OA. Finalmente, para validar el conocimiento obtenido por los estudiantes mediante el uso de los OA

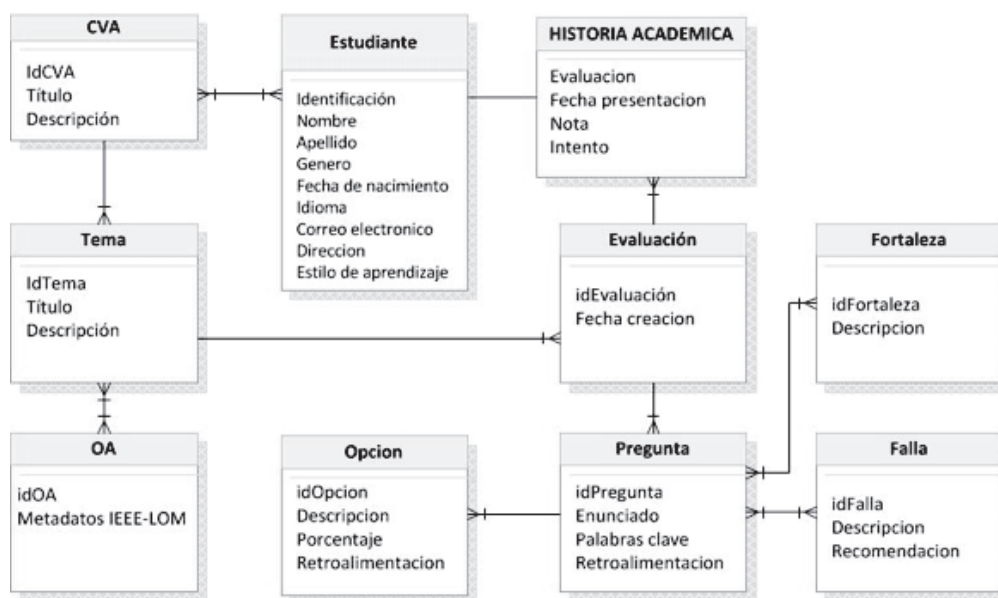


Figura 1. Modelo de representación del conocimiento.

presentados, son realizadas las evaluaciones virtuales las cuales están asociadas a los temas de curso.

El concepto evaluación tiene asociadas varias preguntas, que a su vez tienen asociadas varias respuestas. Esto permite en primera instancia para esta investigación, contar con preguntas de tipo selección múltiple con única respuesta y con preguntas de selección múltiple con múltiples respuestas. Es importante destacar que cada pregunta permite la adición de palabras claves por parte del profesor durante la fase de diseño instruccional de las evaluaciones, al igual que una retroalimentación tanto para las preguntas como para las respuestas. Finalmente, el profesor está en la capacidad de asociar fallas y/o fortalezas a cada pregunta, es decir, si una pregunta es respondida de manera correcta esta evidenciará fortalezas, en caso contrario la pregunta evidenciará fallas en el estudiante. Estas fallas y fortalezas permitirán a futuro generar reportes para el profesor, con el fin de que el profesor pueda identificar en tiempo real cuáles estudiantes requieren reforzar los temas y en qué conceptos puntuales requieren una mayor retroalimentación. Esta característica permitirá también evidenciar si existen problemas en los recursos educativos cuando las fallas son generalizadas.

4.2. Modelo multi-agente de evaluación propuesto

Como se mencionó previamente, para las fases de conceptualización, análisis y desarrollo del SMA se utilizó la metodología Prometheus debido a que permite el desarrollo de sistemas inteligentes a partir de un esquema práctico, completo y detallado. Adicionalmente, Prometheus ofrece herramientas necesarias para definir y desarrollar agentes a partir de objetivos y planes que permiten describir agentes robustos y flexibles al mismo tiempo [11]. De esta manera, se desarrollaron los diferentes modelos propuestos por la metodología y se logró obtener la vista general del sistema presentada en la figura 2. Dicha figura, presenta los actores que interactúan con el sistema (profesor y estudiante), las interacciones de estos con el sistema o protocolos, las fuentes de información del sistema (ontología y base de datos central), y las diferentes tipologías de agentes que considera el sistema. A continuación se detallan cada uno de los agentes considerados para el despliegue de los servicios que ofrece el SMA:

Agente estudiante: es un agente de tipo interfaz que tiene como objetivo presentar la información al estudiante e interactuar con los agentes internos del sistema para atender las percepciones (solicitudes) y responder con acciones (información). Es decir, este agente estará encargado de presentar las evaluaciones, capturar las respuestas, mostrar la retroalimentación y las recomendaciones realizadas por el SMA y finalmente, mostrar los recursos recomendados para el fortalecimiento de las falencias encontradas en caso de que estas existan.

Agente profesor: de manera análoga al agente estudiante es un agente de tipo interfaz, encargado de mediar las interacciones con el profesor. Tiene como objetivo el asistir el diseño instruccional de las evaluaciones, capturando la información y enviándola al agente evaluador para que sea procesada. Adicionalmente, tiene la tarea de presentar estadísticas de las evaluaciones y el resumen de las correctivas que se tomaron para atender las falencias identificadas en cada uno de los estudiantes.

Agente evaluador: este agente tiene numerosas funciones dentro del sistema, está encargado de: (1) procesar el diseño instruccional de las evaluaciones y almacenarlas dentro de la ontología, validando inconsistencias; (2) recuperar las evaluaciones y enviarlas al agente estudiante en el momento en que sean solicitadas por este; (3) procesar las respuestas, almacenarlas e identificar las fallas, las palabras clave y las retroalimentaciones asociadas a estas; (4) enviar un informe con esta información a los agentes estudiante, profesor, estadístico y recomendador. La creación de las evaluaciones, el procesamiento de las respuestas y la detección de fallas, es apoyado por la ontología de dominio específico construida, la información es almacenada en dicha ontología y posteriormente inferida a partir del uso de reglas SWRL.

Agente recomendador: está encargado de recuperar las palabras clave asociadas a las respuestas que presentaron falencias para el estudiante y procesarlas, con el fin de realizar recomendaciones de nuevos recursos educativos (OA, asistentes, eventos, etc.). Este proceso es llevado a cabo a través de la integración del sistema propuesto por Salazar et al. [12].

Agente estadístico: luego de recibir los resultados de evaluación por parte del agente evaluador y de que el agente recomendador allá realizado su labor, este agente se encarga de procesar dicha información contenida en la ontología y generar un informe tanto a nivel individual como grupal.

Este informe contiene información referente a las notas individuales y promedios a nivel grupal por evaluación y por pregunta, las fallas identificadas por estudiante, las fallas más reiterativas en el grupo y las recomendaciones que se realizaron a cada estudiante para atender dichas falencias.

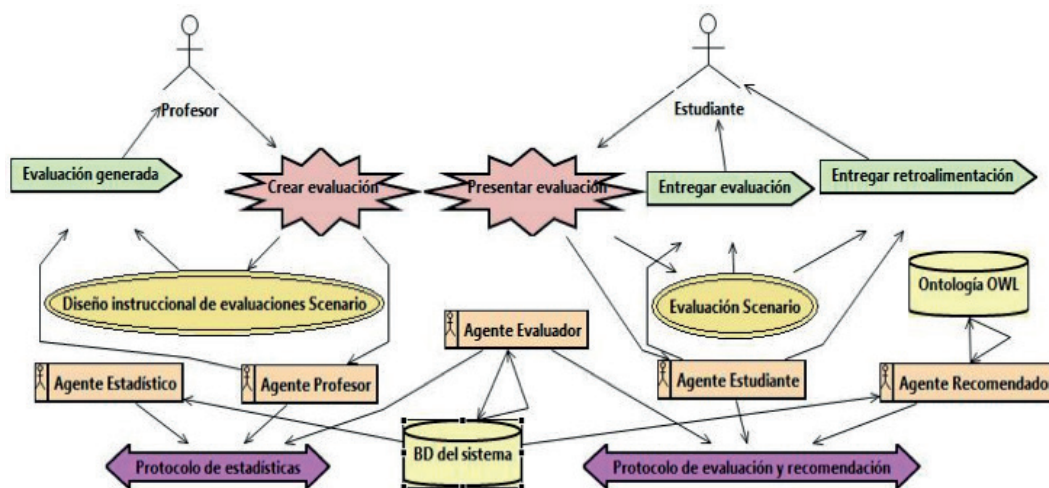


Figura 2. Vista general del SMA.

5. IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN

El sistema fue implementado usando el Framework JADE [13][14] el cual está orientado al desarrollo de SMA siguiendo los estándares definidos por FIPA (Foundation for Intelligent Agents) de la IEEE. Esto otorga interoperabilidad a la plataforma, debido a que se utilizan los mismos protocolos de comunicación e intercambio de mensajes.

El proceso de desarrollo de la ontología de dominio basado en el modelo propuesto, se realizó a través del framework Protégé [15] que permitió plasmar los conceptos, propiedades y relaciones entre estos. Como resultado de este desarrollo, se obtuvo una ontología en lenguaje OWL [16] y se integró al sistema a través de la librería JENA [17] compatible con el lenguaje de programación JAVA.

Con el objetivo de validar el modelo propuesto se aplicó el prototipo a un caso de estudio que permitiera evidenciar el comportamiento del SMA, con base en esto se desarrolló una evaluación asociada al curso de Inteligencia Artificial impartido en la Universidad Nacional de Colombia

– Sede Medellín. Los resultados obtenidos a partir del desarrollo de la evaluación son presentados a continuación.

El diseño instruccional de las evaluaciones es presentado en la figura 3; esta interfaz permite el ingreso de campos como: (1) el nombre que se desea asociar a la pregunta; (2) el enunciado de la pregunta; (3) cada una de las posibles respuestas con su porcentaje y su retroalimentación; (4) las palabras claves asociadas a la pregunta en desarrollo; (5) la retroalimentación a nivel general de la pregunta; (6) las fallas asociadas y la retroalimentación y por último (7) las fortalezas que se pueden evidenciar a partir de una respuesta correcta a la pregunta.

La figura 4 presenta la interfaz de presentación de resultados de evaluación al estudiante, la cual permite observar: (1) la calificación obtenida durante la prueba; (2) cada una de las preguntas realizadas; (3) el puntaje obtenido en la pregunta; (4) las falencias o fortalezas identificadas a partir de la pregunta; (5) la retroalimentación de la pregunta; (6) la retroalimentación general de la evaluación y finalmente (7) los nuevos recursos

Creación de evaluación virtual

Nombre o título: Marcos de cognición en Lógica Difusa

Enunciado: ¿Qué elementos o conceptos NO pertenecen a un marco de cognición para una variable en un sistema de inferencia difusa?

| Respuesta | Porcentaje | Retroalimentación |
|---|------------|---|
| Respuesta (a): Universo del discurso | 0 | Elemento que describe el valor que puede tomar la variable difusa |
| Respuesta (b): Conjuntos difusos | 0 | Son conjuntos que pueden contener elementos de forma parcial. Es decir que la propiedad puede ser |
| Respuesta... Grados de pertenencia | 0 | Valor entre 0 y 1 que describe el grado de pertenencia de un valor a un conjunto difuso. |
| Respuesta (d): Módulo de borrosificación o desfuzzificación | 100 | Elemento que constituye uno de los componentes de un sistema difuso, el cual se encarga de volver valores concretos en difusos. |

Palabras clave: Marco de cognición, Etiqueta lingüística, Universo del discurso, funciones de pertenencia

Retroalimentación: Un marco de cognición permite describir una variable cuantificable en terminos difusos.
Los elementos que describen un marco de cognición son:
- Universo del discurso

Deficiencias: - Falencias en identificación de elementos en marcos de cognición
- Desconocimiento al momento de elaborar un marco de cognición

Fortalezas: - Identifica los elementos pertenecientes a un marco de cognición
- Tiene bases para la estructuración de marcos de cognición a partir de variables cuantificables.

Anterior Guardar Siguiente

Figura 3. Proceso de diseño instruccional de las evaluaciones.

Tu evaluación

Nombre o título de la evaluación: Conceptos básicos de Lógica Difusa

Puntuación obtenida: 3.8/5.0

| Pregunta | Puntaje obtenido | Retroalimentación |
|--|------------------|---|
| Pregunta 1: ¿Que es la lógica difusa? | 1,25 | |
| Pregunta 2: ¿Cuáles son los tipos de sistemas de lógica difusa? | 1,25 | |
| Pregunta 3: ¿Qué elementos o conceptos NO pertenecen a un marco de cognición para una variable en un sistema de inferencia difusa? | 0 | Un marco de cognición permite describir una variable cuantificable en terminos difusos. |
| Pregunta 4: ¿Cuál de las siguientes opciones corresponde a una desventaja de usar sistemas de inferencia difusa? | 1,25 | |

Deficiencias: - Falencias en identificación de elementos en marcos de cognición
- Desconocimiento al momento de elaborar un marco de cognición

Fortalezas: - Comprende que es un sistema difuso
- Conoce los tipos de sistemas difusos que existen
- Conoce tanto ventajas como desventajas de utilizar sistemas de inferencia difusa

| Recurso | Título | Tipo de recurso |
|---------|--|-----------------|
| 1 | Definición de marcos de cognición | pdf |
| 2 | Construcción de variables difusas | pdf |
| 3 | Como crear marcos de cognición en un FIS | video |

Ver recurso Cerrar

Figura 4. Presentación de los resultados de evaluación al estudiante.

recomendados para atender las falencias identificadas y fortalecer conocimientos.

Finalmente, la figura 5 ilustra la vista estadística que se le presenta al profesor, la cual contiene el promedio de la puntuación obtenida por los estudiantes, la cantidad de estudiantes

que presentaron la evaluación, las principales fallas identificadas y la opción de visualizar las calificaciones por estudiante y el detalle del estudiante. Dicho detalle del estudiante despliega otra pantalla que permite observar las falencias, las fortalezas y los recursos recomendados por el sistema.

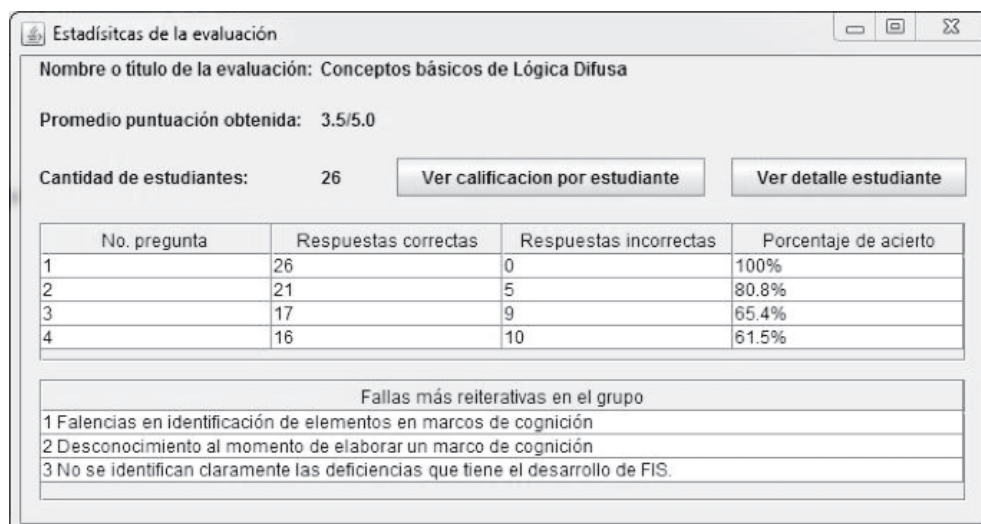


Figura 5. Presentación de los resultados de evaluación al profesor.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El desarrollo de un modelo multi-agente para la evaluación y el diagnóstico de fallas en procesos de enseñanza-aprendizaje, evidenció aportes significativos en el proceso de evaluación virtual, generando mecanismos que permiten la detección de fallas en tiempo real y proporcionando herramientas para el fortalecimiento de las deficiencias a partir de la recomendación de nuevos recursos educativos. Adicionalmente, permite la generación de estadísticas generales de las evaluaciones, las falencias identificadas y los recursos recomendados para atender dichas falencias. Otra gran ventaja de incorporar el modelo es la capacidad de identificar falencias en los OA generados para las temáticas. El caso de estudio permitió validar el modelo al aplicarlo a un entorno de aprendizaje virtual, las percepciones por parte de los estudiantes fueron muy satisfactorias ya que se sintieron acompañados durante el proceso de evaluación y obtuvieron una retroalimentación en tiempo real que identificó

falencias y recomendó recursos para atenderlas y fortalecer así el proceso de aprendizaje. De igual manera, el profesor obtuvo estadísticas en tiempo real que le permitieron visualizar deficiencias en algunos recursos e identificar las falencias a nivel individual como grupal, con el fin de proponer nuevas actividades.

Como trabajo futuro se espera mejorar el proceso de detección de fallas incorporando un mecanismo automático que esté en la capacidad de analizar las preguntas para encontrar posibles falencias. Adicionalmente, para una primera aproximación solo se consideraron preguntas de selección múltiple, por lo cual se plantea realizar una validación a partir del uso de evaluaciones basadas en ensayos, juegos, preguntas de adición, etc. Finalmente, se busca extender el modelo con el fin de que permita recomendar actividades grupales a partir de la conformación de grupos diferenciados, es decir, grupos conformados por estudiantes que presenten fortalezas y falencias en temáticas diferentes.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por la beca de Jóvenes investigadores de COLCIENCIAS, otorgada a Thomas Quiroz a través de la Convocatoria 645 de 2014 “Capítulo 1 Semilleros-Jóvenes Investigadores”.

REFERENCIAS

- [1]. M. Amelung, K. Krieger, and D. Rosner, “E-Assessment as a Service,” *IEEE Trans. Learn. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 162–174, Apr. 2011.
- [2]. N. Mora, S. Caballe, and T. Daradoumis, “Improving e-Assessment in Collaborative and Social Learning Settings,” in *2015 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems*, 2015, pp. 288–293.
- [3]. P. Thomas, D. Haley, A. deRoeck, and M. Petre, “e-assessment using latent semantic analysis in the computer science domain: a pilot study,” pp. 38–44, Aug. 2004.
- [4]. N. D. Duque and D. A. Ovalle, “ARTIFICIAL
- [5]. INTELLIGENCE PLANNING TECHNIQUES FOR ADAPTIVE VIRTUAL COURSE CONSTRUCTION,” *DYNA*, vol. 78, no. 170, pp. 70–78, 2011.
- [6]. P. Raju and V. Ahmed, “Enabling technologies for developing next-generation learning object repository for construction,” *Autom. Constr.*, vol. 22, pp. 247–257, Mar. 2012.
- [7]. J. Tramullas, A.-I. Sánchez-Casabón, and P. Garrido- Picazo, “An Evaluation based on the Digital Library user: An Experience with Greenstone Software,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 73, pp. 167–174, Feb. 2013.
- [8]. R. Scarlat, L. Stanescu, E. Popescu, and D. D. Burdescu, “Case-Based Medical E-assessment System,” in *2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2010, pp. 158–162.
- [9]. F. Hajjej, Y. B. Hlaoui, and L. J. Ben Ayed, “Personalized and Generic E-assessment Process Based on Cloud Computing,” in *2015 IEEE 39th Annual Computer Software and Applications Conference*, 2015, vol. 3, pp. 387–392.
- [10]. S. Ahmad and M. Bokhari, “A New Approach to Multi Agent Based Architecture for Secure and Effective E-learning,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 46, no. 22, pp. 26–29, 2012.
- [11]. P. Lin, J. Thangarajah, and M. Winikoff, “The Prometheus Design Tool (PDT) supports the structured design of intelligent agent systems,” in *Proceedings of the 23rd national conference on Artificial intelligence - Volume 3*, 2008, pp. 1884–1885.
- [12]. Á. Carrera, C. A. Iglesias, J. García-Algarra, and D. Kolařík, “A real-life application of multi-agent systems for fault diagnosis in the provision of an Internet business service,” *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 37, pp. 146–154, Jan. 2014.
- [13]. O. Salazar, D. Ovalle, and N. Duque, “Adaptive and Personalized Educational Ubiquitous Multi-Agent System Using Context-Awareness Services and Mobile Devices,” in *Second International Conference, LCT 2015, Held as Part of HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, August 2-7, 2015, Proceedings*, 2015, pp. 301–312.
- [14]. F.L. Bellifemine, G. Caire, D. Greenwood, “Developing Multi-Agent Systems with JADE”, Vol. 7, pp. 281, John Wiley & Sons Editorial, 2007.
- [15]. R.H. Bordini, L. Braubach, M. Dastani, A.E.F. Seghrouchni, J.J. Gómez-Sanz, J. Leite, G. O’Hare, A. Pokahr, A. Ricci, “A Survey of Programming Languages and Platforms for Multi-Agent Systems”. *Revista Informatica*, Vol. 30, pp. 33–44, 2006.
- [16]. T. D. Allen, K. M. Shockley, and L. Poteat, “Protégé anxiety attachment and feedback in mentoring relationships,” *J. Vocat. Behav.*, vol. 77, no. 1, pp. 73–80, Aug. 2010.
- [17]. G. Meditskos and N. Bassiliades, “A Rule-Based Object-Oriented OWL Reasoner,” *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*, vol. 20, no. 3, pp. 397–410, 2008.
- [18]. B. McBride, “Jena: a semantic Web toolkit,” *IEEE Internet Comput.*, vol. 6,