

Redes de Brainstorming y formación de Equipos Innovadores apoyado por Herramientas Web2.0

Oscar Ardaiz¹, Xabier Nicuesa¹, Oscar Brene¹, María Luisa Sanz de Acedo², María Teresa Sanz de Acedo²

¹Dept. Ingeniería Matemática e Informática, Universidad Pública de Navarra
{oscar.ardaiz,xabier.nicuesa,oscar.brene}@unavarra.es

²Dept. Psicología y Pedagogía, Universidad Pública de Navarra
{mlsa,maite.sanzdeacedo}@unavarra.es

Abstract. Esta investigación tiene como finalidad ofrecer una nueva forma de realización de la técnica brainstorming apoyada en herramientas informáticas Web2.0 para mejorar los procesos innovadores. Estas herramientas permiten la participación de muchas personas en las sesiones de generación y evaluación de ideas formando redes de brainstorming. También permiten la formación de grupos de desarrollo de innovación en base a la afinidad entre participantes por su creatividad y su interés por la implementación de las ideas. Se describen los fundamentos, los participantes, las herramientas y los hallazgos de un estudio llevado a cabo en un curso universitario utilizando el método de instrucción “Pensar activamente en entornos creativos, PAEC”. Los resultados confirman que las redes de brainstorming son efectivas y que los participantes están satisfechos con los grupos de proyecto formados y las ideas a desarrollar.

Keywords: Electronic Brainstorming Systems, Innovation Systems, Team Formation, Social Networks, Web2.0

1. Introducción

La técnica de creatividad brainstorming, creada por Osborn [10] está experimentando cambios positivos con la ayuda de herramientas informáticas. La posibilidad de conectar en red diversos computadores permite crear Electronic Brainstorming Systems, EBS que contribuyen notablemente a la mejora de la comunicación y generación de ideas entre sus miembros haciendo posible que los participantes escriban sus pensamientos y observen en pantalla los de sus compañeros sin conocer quien los formuló (anonimato) [10]. Los grupos EBS pueden producir más ideas que los grupos brainstorming verbal [5] y que los grupos nominales, quienes trabajan al mismo tiempo pero sin intercambiar ideas [4]. Internet ha permitido la creación de herramientas online para grupos distribuidos de generación de ideas sin coincidencia temporal, algunas transformadas directamente en productos comerciales como por ejemplo los Brainstorming Rooms [1]. Las ventajas de las herramientas online son: a) eliminar barreras temporales y espaciales; b) permiten grupos de tamaño

potencialmente ilimitado. Sin embargo, se comprueba que respecto al uso en situaciones de colocación, es necesario establecer ciertas normas para que el proceso tenga éxito. Por otro lado, aunque en la literatura se argumenta que las ganancias potenciales por uso de un EBS incrementarán con el tamaño del grupo [2], también es conocido que hay múltiples factores que provocan pérdidas conforme el tamaño del grupo aumenta, por ejemplo las interferencias cognitivas causadas por la necesidad de prestar atención a las ideas de los demás [3]. De ahí que resulta necesario investigar nuevas formas de organización de las personas y grupos que participan en sesiones brainstorming. En tal sentido, en el presente estudio se puso a prueba una modalidad de brainstorming en red de tal manera que cada participante pueda interactuar con un número lo suficientemente grande de participantes para que surjan nuevas ideas a partir de las ideas de los demás, haya una discusión constructiva de las ideas y una evaluación motivada. Pero siendo el número de participantes que interactúan entre sí no excesivamente grande para que las interferencias cognitivas sean bajas.

En los últimos años todo tipo de empresas han comprendido que necesitan comercializar nuevos productos y servicios para ser competitivos, incluso solicitando la ayuda de sus socios y clientes [6]. Sin embargo las empresas tienen recursos limitados para producir innovaciones y solo un pequeño porcentaje de ideas se pueden transformar en un nuevo producto o proceso. Para conseguir que de todas las ideas que se proponen se acaben eligiendo aquellas que tienen mayor probabilidad de éxito, Toubia [19] propone que los participantes de la sesión de evaluación sean también los participantes de la generación de ideas para mejorar la calidad de las ideas generadas, como por ejemplo se implementa en los mercados de ideas [18]. Pero para un exitoso desarrollo de la innovación West [22] afirma que un factor importante es que los equipos de desarrollo puedan participar en el proceso de selección y elección de ideas. También, parecía interesante probar si con la técnica brainstorming en red se podían permitir que los participantes de las sesiones de generación de ideas participen en la evaluación de las ideas y además se formasen grupos integrados por sujetos que manifiestan un mismo nivel de afinidad hacia ciertas ideas creativas o que tienen una capacidad creativa similar, ya que esta información podría garantizar la realización de proyectos de innovación.

2. Redes de Brainstorming y Formación de Equipos Innovadores apoyado por Herramientas Web2.0

El brainstorming en red y la formación de equipos de innovación necesita de herramientas basadas en tecnologías Web2.0 para su realización. Dos de las tecnologías Web2.0 más importantes son la Wiki y las redes sociales. Las tecnologías Wiki [8] permiten a comunidades muy grandes de usuarios crear y modificar páginas Web en línea simultáneamente siendo todas las versiones guardadas para su posterior visualización. Las tecnologías de redes sociales utilizan algoritmos de grafos y sistemas de filtraje colaborativo [15] para crear conexiones entre participantes [7] y mostrar a cada usuario una vista personalizada de la información. Hemos diseñado e implementado dos herramientas basadas en tecnologías Web2.0 para soportar las redes de brainstorming y equipos de innovación: Wikideas y Creativity Connector.

Wikideas permite realizar sesiones de generación y valoración de ideas en grupos nominales, en grandes grupos o en redes de brainstorming. Wikideas no es tan interactivo como otras herramientas informáticas de brainstorming, sin embargo tiene una serie de ventajas: es muy sencillo de usar ya que cada idea se transforma en una página Wiki que puede contener una descripción detallada de la idea, se pueden realizar tantas revisiones como se necesite, se pueden añadir comentarios a las ideas propuestas, y se puede integrar fácilmente con feeds RSS, REST,.. Wikideas extiende la funcionalidad básica de un Wiki de la siguiente manera:

Espacio de trabajo privado: Wikideas implementa un espacio privado para recoger ideas que posteriormente pueden compartirse con otros participantes. Esta funcionalidad permite la realización de sesiones de grupo nominales.

Ideas y comentarios anónimos. En la mayoría de herramientas informáticas de soporte a la generación de ideas se implementa un modo de entrada de ideas anónimo: este modo de operación se implementa para evitar la “aprensión a la evaluación” [13].

Valoración de ideas. Wikideas incorpora un sistema de valoración que permite a cada participante seleccionar las 5 mejores ideas de cada categoría, y posteriormente ordenarlas entre sí para otorgarles una puntuación entre 1 y 5. Los participantes pueden seleccionar sus propias ideas, pero cada participante solo puede seleccionar un número limitado de ideas. Los resultados de las valoraciones muestran la puntuación total obtenida por cada idea, y la puntuación de cada miembro del grupo.

Creativity Connector utiliza la información generada por los usuarios de Wikideas para crear redes de creatividad para facilitar la generación, discusión, evaluación y elección de ideas de proyecto y la formación de grupos de proyectos. Las principales características de Creativity Connector son:

Creación de redes de creatividad. A partir de un índice de creatividad de los participantes, que se puede calcular a partir del número de ideas que han propuesto y el desarrollo que han realizado de cada idea en una sesión de brainstorming nominal, se conectan a cada participante con los N usuarios que tengan un valor de creatividad similar (en la práctica se conecta a cada usuario con N/2 participantes con índice de creatividad superior y con N/2 participantes con índice de creatividad inferior, excepto a los participantes con creatividad más alta y baja que se conectan con los N participantes con creatividad similar). Esta “red de creatividad” es utilizada para mostrar a cada participante solo las ideas de aquellos participantes con los que tienen un enlace en la red.

Formación de Grupos Innovadores. Para formar los grupos innovadores se utiliza los datos de las valoraciones que ha realizado cada participante en la sesión de valoración con Wikideas. Estos datos se utilizan para medir la afinidad entre los participantes, de tal manera que dos participantes que hayan puntuado igual algunas preguntas tendrán un alto índice de afinidad. Estas afinidades a pares se utilizan para establecer afinidades en grupos como la suma de las afinidades a pares entre los componentes del grupo. Las afinidades grupales se utilizan para formar los grupos de desarrollo. Actualmente Creativity Connector permite que los participantes del brainstorming en red sean asignados a un solo grupo de proyecto. Los grupos de proyecto se forman a partir de todas las posibles combinaciones de grupos, se comienza eligiendo el grupo con mayor afinidad entre sus participantes, y se continúa hasta que todos los participantes sean asignados a un grupo. Como los participantes solo han podido valorar las ideas de participantes con índice de creatividad similar, los grupos resultantes serán grupos con creatividad y afinidad similar.

3. Caso de Estudio

Para evaluar la técnica y las herramientas propuestas hemos procedido a realizar un caso de estudio. Utilizaremos las herramientas desarrolladas en una asignatura de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión (en el que los alumnos deben de realizar en grupo un proyecto innovador por el que son evaluados). La técnica brainstorming en red puede integrarse a diferentes métodos didácticos, en concreto, al método PAEC elaborado por de Wallace y Adams [21] y adaptado por Sanz de Acedo Lizarraga y Sanz de Acedo Baquedano [16]. El método PAEC consta de las siguientes fases:

1. Reunir y organizar. Explorar conocimientos previos y formularse preguntas.
2. Definición de objetivos: la realización de un proyecto y los criterios de evaluación.
3. Generación y discusión de ideas. Generar ideas de forma individual que sirvan para elaborar un posible proyecto. Las ideas de cada participante se darán a conocer a la clase y después de analizarlas podrá continuar generando nuevas ideas.
4. Valoración, priorización y elección de las mejores ideas para su desarrollo. Valorar las propias ideas y las de los demás y seleccionar, en grupo, la idea más atractiva.
5. Desarrollo del aprendizaje o proyecto. Ejecutar el proyecto en grupo siguiendo un determinado plan propuesto y monitorizar su desarrollo.
6. Evaluación. Evaluar el aprendizaje logrado, los resultados obtenidos con el proyecto y las aportaciones de cada uno tanto a nivel individual como en grupo.
7. Presentación de los trabajos al resto de los grupos..
8. Aprender de la experiencia. Reflexionar sobre cómo podrán transferirse los aprendizajes a otras situaciones académicas, profesionales y personales.

Teniendo en cuenta las ventajas que proporcionan las herramientas Wikideas y Creativity Connector y el método de instrucción PAEC en este estudio nos propusimos: 1. Evaluar la eficacia del brainstorming en red incorporado al método PAEC para generar nuevas ideas y analizar, evaluar y seleccionar las mejores ideas creadas. 2. Evaluar la eficacia del brainstorming en red para formar grupos en base a criterios de creatividad y afinidad en torno a ideas.

Participantes, Procedimiento e Instrumentos de Evaluación

Los sujetos de este estudio fueron 33 alumnos procedentes de la Universidad Pública de Navarra matriculados en la asignatura “Ampliación de Sistemas Operativos” de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión durante en curso académico 2008-2009.

En las dos primeras semanas del curso se realizaron las dos primeras fases del método PAEC para que los alumnos asimilasen los objetivos del curso: la realización del diseño y un prototipo de un producto informático innovador que: “fuera una aplicación distribuida compuesta de al menos cuatro subsistemas diferentes: un recolector, un procesador, un almacén y un servidor”. Antes de comenzar la intervención se realizaron algunos ejercicios de brainstorming para familiarizar a los estudiantes con esta técnica. Se llevaron a cabo cinco sesiones. En la primera (2 horas): generación de ideas en grupos nominales; en la segunda y tercera (4 horas): discusión de ideas y aportación de otras nuevas; en la cuarta sesión (2 horas): valoración de las ideas, y en la quinta sesión (2 horas): elección de las ideas en grupo. Entre las sesiones primera y segunda se creó con la ayuda de la herramienta Creativity

Conector la red de creatividad conectando cada participante con 4 personas con un índice de creatividad similar, y entre las sesiones cuarta y quinta, se midió la afinidad entre los participantes y se formaron los grupos de proyecto compuestos por tres participantes formándose un total de 11 grupos.

La herramienta informática Wikideas permite compilar información sobre cada participante como: número de ideas generadas en cada sesión, número de comentarios producidos y puntuaciones dadas a cada idea en la sesión de valoración de ideas. Después de la formación de los grupos se realizó una entrevista con cada grupo para conocer que idea de proyecto habían elegido y porque. Finalmente se aplicó un cuestionario, que consta de 18 ítems evaluados según una escala tipo Likert con un intervalo que va de uno (puntuación menor) a siete (puntuación máxima).

4. Resultados

En la sesión de generación de ideas en grupo nominal se propusieron un total de 225 ideas: la media de ideas generadas por cada participante fue de 7.5. Los índices de creatividad creados a partir de estas ideas, su valor media fue 10.8. A partir de estos valores se formó la red de creatividad que muestra la figura 1. La red de brainstorming formada permitía a los alumnos ver una media de 27 ideas, habiendo alumnos que podían ver hasta 67 ideas, mientras que varios alumnos veían menos que 5 ideas. En la segunda y tercera sesión de brainstorming en red los participantes podían añadir nuevas ideas o comentar las ideas que estaban observando. Mayoritariamente se dedicaron a hacer comentarios a las ideas de otros participantes. En total se realizaron 279 comentarios y se propusieron 26 nuevas ideas. En la cuarta sesión de evaluación de las ideas los participantes podían seleccionar hasta 20 ideas en 4 categorías, y ordenar las ideas dentro de cada categoría asignándoles entre 1 y 5 puntos. La media de puntos que obtuvieron las ideas fue de 5.2 con una puntuación máxima de 18 puntos. Las puntuaciones de las ideas fueron utilizadas para medir la afinidad entre participantes de tal manera que dos participantes tendrían la máxima afinidad si hubieran asignado la misma puntuación a todas las ideas que hubieran valorado (el máximo valor de afinidad podría ser 72). La afinidad media entre dos participantes fue de 2.3 y la máxima afinidad fue 10.8. En el grafo de la figura 2 se muestra la afinidad entre dos participantes como el grosor de la línea que une a ambos nodos. Si dos participantes no tenían afinidad no hay línea de conexión. Con esos valores de afinidad se procedieron a agrupar los participantes de tres en tres, y se eligió aquella combinación de grupos que maximizaba la suma de las afinidades de todos los grupos. La afinidad media de grupos resultantes fue 9.2. En la figura 2 se muestran los grupos resultante sombreando en gris el triángulo que une a los tres participantes cuando había afinidad entre los 3 pares. En la tabla superior izquierda se muestran los grupos formados ordenados por su afinidad grupal, además se muestran también la suma de los índices de creatividad de los componentes de cada grupo y el número de ideas que habían creado y entre las que tenían que elegir su proyecto innovador. Cuando los grupos se reunieron procedieron a elegir la idea de proyecto que preferían implementar ayudados por las puntuaciones que había obtenido cada idea en la fase de valoración. En general eligieron ideas que habían sido calificadas favorablemente por dos o tres miembros del grupo resultante.

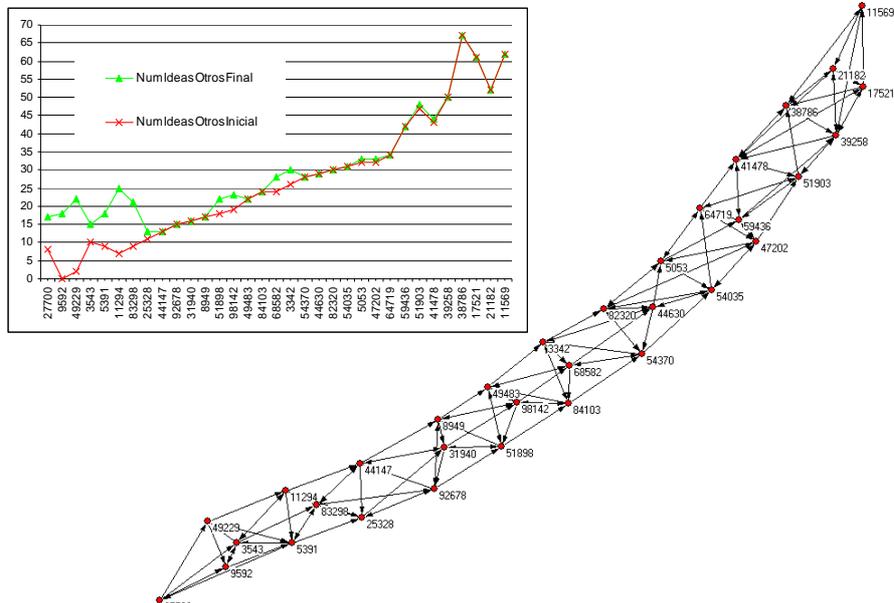


Figura 1. Red de brainstorming. La posición vertical de cada participante es proporcional al índice de creatividad. En la gráfica izquierda superior se muestra el número de ideas que pudieron ver cada participante al comenzar y al finalizar las sesiones de brainstorming en red. El eje x contiene un número que identifica de los participantes.

Group	Members	Affinity	Creativity	Ideas
G1	44630, 54370, 82320	20,6	36,8	22
G2	5391, 49229, 83298	15,6	7,1	17
G3	8949, 49483, 51898	12,0	22,2	13
G4	5053, 54035, 64719	11,4	39,8	23
G5	21182, 39258, 41478	10,4	59,6	46
G6	47202, 51903, 59436	9,0	43,8	26
G7	3542, 11294, 27700	6,4	5,0	12
G8	68582, 84103, 98142	6,0	28,4	20
G9	11569, 17521, 38786	5,4	76,2	47
G10	25328, 31940, 92678	4,8	17,2	10
G11	3342, 9592, 44147	0,0	16,3	14

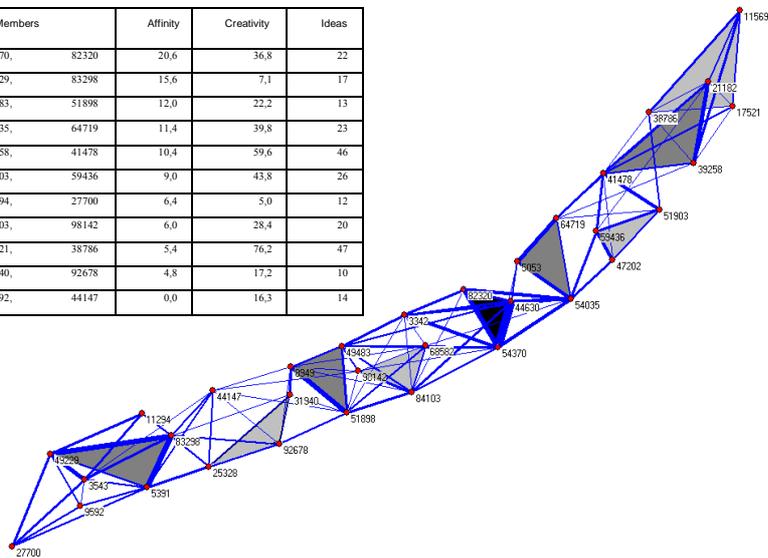


Figura 2. Red de afinidades entre participantes y equipos de proyecto formados. Los participantes se han situado en una posición vertical proporcional a su índice de creatividad. Un grupo está formado por los tres miembros de cada triángulo pintado en gris.

5. Discusión

Para crear la red de brainstorming los participantes en el estudio realizaron una sesión de brainstorming en grupos nominales a partir de la cual se determinaron los índices de creatividad. En esta sesión en grupos nominales los participantes generaron ideas con el mismo objetivo que en el brainstorming en red posterior. Se generaron un promedio de ideas alto ($M=7.5$) aunque, como lo expresaron los estudiantes, la tarea no resultó nada fácil para la mayoría de ellos ($M=4.22$). Un comentario realizado:

- *“En un principio me resulto difícil porque no tenía claro el objetivo del proyecto pero después las ideas llegaban por si solas”*

Puede que en estos resultados influyera el nivel de motivación de los alumnos por aprobar la asignatura, ya que sabían que las ideas que propusieran serían el origen del proyecto a desarrollar durante el curso académico ($M=5.36$). Las ideas generadas en esta sesión sirvieron para asignar a cada participante un índice de creatividad a partir del cual se crea la red de brainstorming. Cada estudiante tuvo acceso a las ideas de un número limitado de compañeros; parece que el criterio utilizado fue adecuado puesto que los estudiantes opinaron que el número de ideas que pudieron leer de otros fue suficiente ($M=4.0$). Pero no opinaron el número de ideas era excesivo ($M=2.7$).

Se esperaba que a partir de las ideas propuestas por los otros participantes se generaran nuevas ideas, sin embargo esto no ocurrió. Solo se propusieron 26 nuevas ideas frente a 217 ideas propuestas en la sesión en grupos nominales. Además 20 de estas nuevas ideas fueron propuestas por los participantes que podían ver menor cantidad de ideas tras formarse las redes de brainstorming. Hay dos posibles explicaciones: en primer lugar suponemos que los participantes prefirieron dedicar sus esfuerzos a intentar comprender las ideas propuestas a intentar generar nuevas ideas, ya que sabían que a continuación tendrían que valorarlas y elegir las como su proyecto de la asignatura. En segundo lugar consideraron que las ideas de sus compañeros no eran muy diferentes a las suyas ($M=3.38$) por lo que no les sirvieron como estímulo para generar nuevas ideas ($M=3.88$). Comentaron:

- *“Había ideas que coincidían”*

Además aunque los participantes se esforzaron en realizar comentarios útiles a las ideas de sus compañeros ($M=4.16$), estos no percibieron los comentarios de sus compañeros como muy útiles ($M=3.55$).

La herramienta Wikideas contenía funcionalidades para ayudar a la realización de un brainstorming en red: los participantes tenían la posibilidad de generar ideas de manera privada para poder hacerlas públicas posteriormente si interesaba. Esta característica no fue muy utilizada por los participantes del estudio ($M=3.47$). La función de la herramienta que permite conectar con los participantes en el anonimato fue bastante bien valorada con una puntuación superior a la media ($M=5.25$) y la de poder hacer comentarios anónimos a las ideas de otros con un valor medio alto ($M=4.97$). Aunque a veces es conveniente que las ideas de los participantes no sean anónimas por ejemplo para prevenir el “disfrute libre” [20], en este caso no ha sido necesario, probablemente debido a que existía una importante motivación por parte de los participantes: las ideas que estaban generando y decidiendo eran el proyecto que tenían que realizar para aprobar la asignatura.

El segundo objetivo del estudio era formar equipos de proyecto con ayuda de la herramienta Creativity Connector. Se configuró la herramienta para que se crearan

grupos de tres personas en base a las redes de creatividad y la afinidad por las ideas propuestas. La afinidad se media en base a la valoración de las ideas recogidas por la herramienta con un interfase que permitía elegir las 5 mejores de cada categoría, los participantes valoraron correctamente la implementación de esta funcionalidad (M=4.16). Los participantes podían ver la valoración recibida por sus ideas, consideran que sus ideas han sido valoradas convenientemente (M=4.33). Aunque las ideas eran anónimas, los participantes realizaron varias sesiones en diferentes días por lo que tuvieron la oportunidad de comentar entre ellos que ideas habían propuesto. Existía la posibilidad de que a la hora de valorar las ideas los participantes fuesen a valorar con una puntuación más alta las ideas de sus amigos, con el objetivo de que ambos formasen parte del mismo grupo de proyecto final. Sin embargo esto no sucedió, los participantes contestaron mayoritariamente en el cuestionario anónimo que no valoraron mejor las ideas de sus amigos (M=1.88). Comentaron que:

-“Me pareció adecuado que las ideas y las valoraciones fuesen anónimas, sino se puede preferir las ideas de los amigos”

La herramienta consiguió crear nueve grupos con afinidad entre todos sus miembros mayor que 0, sin embargo otros dos grupos los integraron personas con un índice de afinidad muy bajo o nulo, ya que fueron formadas a partir de las personas que no habían sido incluidas en ningún grupo. Preguntados los participantes si el grupo al que han sido asignados tenía afinidad con ellos respondieron positivamente (M=4.72). Esta respuesta puede deberse a que consideraron que tenían afinidad en base a la información que podían ver acerca de las valoraciones que habían realizado cada miembro sobre las ideas, ya que como comentaban:

-“Apenas conozco a mis compañeros”

Podemos distinguir entre 4 tipologías de grupos formados clasificables según 2 variables: alta o baja afinidad entre los miembros del grupo, alto o bajo índice de creatividad de los miembros. Una vez formados los grupos se reunía presencialmente y elegía una idea para desarrollar en la fase de implementación del proyecto, para ayudar a esta elección se ha integrado un sistema de recuento de puntuaciones que los participantes han valorado adecuado para permitirles elegir la idea de proyecto (M=3.94). Dependiendo del tipo de grupo la elección de la idea ha sido diferente:

Los grupos con alta afinidad y alto índice de creatividad de sus miembros (G4, G5, G6) tenían muchas ideas entre las que elegir y varias de ellas eran bastante originales, además habían evaluado varias ideas de manera similar. En los grupos G4 y G6 dos de los integrantes del grupo habían mostrado una gran afinidad por una idea que acabaron eligiendo. El grupo G5 tenía muchas ideas entre las que elegir (46) y en varias de ellas habían coincidido en sus valoraciones, inicialmente eligieron una idea no demasiado original por lo que con la ayuda del profesor generaron una nueva idea de proyecto más original a partir de la combinación de dos ideas que les gustaban.

Los grupos con alta afinidad pero bajo índice de creatividad (G1, G2, G3) tenían algunas ideas valoradas de manera similar y eligieron entre ellas aquellas que parecían más originales. En este caso tenían menos ideas para elegir (22, 17 y 13) por lo que la elección fue bastante rápida según se pudo observar.

Se creó un grupo con baja afinidad pero alto índice de creatividad de sus miembros (G9). Este grupo tenía muchas ideas (47), pero pocas de ellas con una valoración similar. Uno de los participantes hizo de líder y una de sus ideas fue aceptada por que ya tenía experiencia en el desarrollo de sistemas como el propuesto.

Los grupos con baja afinidad y bajo índice de creatividad (G7, G8, G10, G11) tenían pocas ideas entre las que elegir (12, 20, 10 y 14). Los grupos G7 y G8 contaban con valoraciones similares en algunas ideas por lo que rápidamente eligieron esas ideas como proyecto a desarrollar. Sin embargo el grupo G10 tenía pocas ideas entre las que elegir y en pocas de ellas coincidían sus valoraciones. Tras hablar con el profesor acordaron que una de esas ideas era bastante original y que deberían de elegirla como proyecto. El grupo 11 se formó con alumnos que no habían podido valorar ninguna idea en común, por lo tanto cuando se formó tuvieron que comenzar por comentar entre ellos las ideas que habían propuesto. Finalmente eligieron una idea no muy original pero que todos comprendieron rápidamente.

La gran mayoría de participantes estaba contento con la idea elegida ($M=5.11$ y solo 2 respuestas < 4). Sin embargo puede apreciarse que algunos grupos han tenido problemas para elegir la innovación a desarrollar. Principalmente los grupos con mayor índice de creatividad se encontraban con un amplio número de ideas entre las que elegir, sin embargo pocas de ellas tenían una valoración diferenciada que les permitiese elegir rápidamente. En el futuro tendremos que modificar el sistema de valoración de tal manera que los participantes con un índice de creatividad mayor puedan valorar más ideas con mayor puntuación para que posteriormente los grupos formados puedan elegir más fácilmente las ideas a desarrollar.

6. Conclusiones y Trabajo futuro

Los resultados de este estudio sugieren que la técnica del brainstorming en red y la formación de grupos de desarrollo en base a la creatividad y las valoraciones de las ideas de los participantes es eficaz, y que los equipos de desarrollo que toman parte en la generación y valoración de las ideas a desarrollar están motivados. Las herramientas que proponemos facilitan notablemente las tareas creativas y las de organización de los grupos para la realización de sus proyectos innovadores. La mayoría de los estudiantes estuvo satisfecho con el método y las ideas elegidas.

Las redes de brainstorming creadas con la herramienta Creativity Connector permitieron celebrar sesiones de generación y valoración de ideas en red. En estas sesiones los participantes se dedicaron mayoritariamente a discutir las otras ideas, debido principalmente a que sabían que esas ideas iban a ser el proyecto que tenían que implementar a continuación. Los valores elegidos para formar las redes de brainstorming fueron adecuados, aunque como trabajo futuro queda realizar estudios para comprobar cual es el efecto de otros valores.

La formación de equipos de proyecto en base a la creatividad y las valoraciones de las ideas por los participantes utilizando la herramienta Creativity Connector ha sido satisfactoria. Los participantes del estudio están muy satisfechos con los equipos de proyecto que se han formado, y consideran que las ideas de proyecto que van a desarrollar es la mejor de entre todas las que habían propuesto. Este resultado confirma la sugerencia de West de que los equipos de desarrollo tienen que tomar parte en la generación y valoración de las innovaciones a desarrollar. Finalmente comentar que la utilización de un método de instrucción que aplica procesos creativos parece ser más efectiva cuando el resultado del proceso creativo tiene que ser implementado en un producto innovador con una funcionalidad real.

Bibliografía

1. Brainreactions Inc (2005). Brainstorming rooms: Idea Generation Platform <http://brainreactions.net>.
2. Dennis, A. R., y Valacich, J.S. (1993). Computer brainstorms: More heads are better than one. *Journal of Applied Psychology*, 78, 531-537.
3. Dennis, A. R., Pinsonneault, A., Hilmer, K. M., Barki, H., Gallupe, R. B., Huber, M., Bellavance, F. "Patterns in Electronic Brain-storming: the Effects of Synergy and Social Loafing on Group Idea Generation", *Int. Jrl. of e-Collaboration*, (1:4), Oct. 2005, 38-57
4. Diehl, M., y Stroebe, W. (1991). Productivity loss in idea-generating groups: Tracking down the blocking effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 61, 392-403.
5. Gallupe, R.B., Dennis, A.R., Cooper, W.H., Valacich, J.S., Bastianutti, L., Nunamaker, J. (1992). Electronic brainstorming and group size. *Academy of Management Journal*, 35, 350-369.
6. Hippel, E. von. (2005). *Democratizing Innovation*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
7. C. Jensen, J. Davis, S. Farnham, Finding others online: reputation systems for social online spaces, Proceedings of SIGCHI conference on Human factors in computing systems, April 20-25, 2002, Minneapolis, Minnesota, USA
8. Leuf, B., y Cunningham, W. (2001). *The Wiki Way: Collaboration and sharing on the internet*. Reading, MA: Addison-Wesley.
9. Lipnack, J., y Stamps, J. (1997). *Virtual teams: Reaching across space, time, and organizations with technology*. New York: Wiley.
10. N. Michinov, C. Primois. Improving productivity and creativity in online groups through social comparison process: New evidence for asynchronous electronic brainstorming, *Computers in Human Behavior*, Volume 21, Issue 1, January 2005, Pages 11-28.
11. Nunamakar, J.F., Dennis, A.R., Valacich, J.S., y Vogel, D.R. (1991). Electronic meeting systems to support group work. *Communications of the ACM*, 34-7, 40-61.
12. Osborn, A.F. *Applied Imagination* (Rev. ed.), Scribner, New York USA, 1957.
13. Paulus, P.B., Yang, H. (2000). Idea generation in Groups: A Basis for Creativity in Organizations. *Jrl. of Org. Behaviour and Human Decision Processes*, 82-1, 76-87
14. Paulus, P.B., y Brown, V.R. (2003). Enhancing Ideational Creativity in Groups: Lessons from Research on Brainstorming. In P.B. Paulus & B.A. Nijstad (Eds.), *Group Creativity. Innovation Through Collaboration*. Oxford: Oxford University Press.
15. P. Resnick and H. Varian. "Recommender Systems". *Communications of the ACM*, Vol. 40(3): pp 56-58, March 1997.
16. Sanz de Acedo Lizarraga, M. L., y Sanz de Acedo Baquedano, M. T. *Creatividad individual y grupal en la educación*. Madrid: Eiunsa, 2007.
17. Saunders, C.S. (2000). Virtual teams: Piecing together the puzzle. In R. Zmud (Ed.), *Framing the domains of IT management* (pp. 29-50). Cincinnati, OH: Pinnaflex.
18. Soukhoroukova, A., Spann, M., Skiera, B. "Creating and Evaluating New Product Ideas with Idea Markets", *The Wharton School of the University of Pennsylvania, Marketing Department Colloquia*, 2007
19. Toubia O. Idea Generation, Creativity, and Incentives. Vol. 25, No. 5, September–October 2006, pp. 411–425
20. Valacich, J. S., Dennis, J. S., Connolly, T. (1994). Idea Generation in Computer-Based Groups: A New Ending to an Old Story. In the *Journal of Organisational Behaviour & Human Decision Processes*, 57 (2), 448-466.
21. Wallace, B., & Adams, H. B. (1993). *TASC. Thinking actively in a social context*. Bicester, Oxfordshire: A B Academic Publishers.
22. West, M. A. (2003). Innovation implementation in work teams. In P. B. Paulus & B. A. Nijstad (Eds.), *Group Creativity: Innovation Through Collaboration*. New York: Oxford

Un Marco de Trabajo de Soporte a la Integración de Aplicaciones Groupware

Ana Belén Pelegrina, Carlos Rodríguez-Domínguez, José Luis Garrido, María Luisa Rodríguez, María Bermúdez

Dpt. de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Universidad de Granada, E.T.S.I.I.T., C/ Periodista Daniel Saucedo Aranda s/n, 18071 Granada, España
{abpelegrina, carlosrodriguez, jgarrido, mlra, mbe}@ugr.es

Resumen. Un aspecto fundamental en las organizaciones es dar soporte a la colaboración entre los usuarios de un grupo de trabajo. El creciente uso de aplicaciones groupware requiere dotar a los sistemas colaborativos de los mismos atributos de calidad que tradicionalmente han estado asociados a las aplicaciones mono-usuario. Debido a ciertas dificultades tecnológicas subyacentes en el desarrollo de sistemas distribuidos y a decisiones de diseño, el desarrollo de aplicaciones groupware se simplifica en detrimento de la producción de un software de calidad. El objetivo principal de este trabajo de investigación es dar una solución a este problema a través de un marco de trabajo que muestra como es posible incorporar propiedades de calidad a las aplicaciones groupware a desarrollar haciendo uso de diversas técnicas. En particular, se pretende abordar la integración e interoperatividad de aplicaciones groupware. Para obtener la integración deseada de los diferentes recursos disponibles (documentos, aplicaciones, usuarios, etc.) en un sistema colaborativo, se plantea la combinación de diferentes mecanismos de soporte a conciencia de grupo bajo un mismo espacio de trabajo compartido. La propuesta se muestra a través de un caso de estudio.

Keywords: aplicaciones groupware, trabajo colaborativo, atributos de calidad, espacio de trabajo compartido.

1 Introducción

Las aplicaciones groupware (o software de soporte al trabajo en grupo) están específicamente diseñadas para ayudar a un grupo de personas en la consecución de diversos objetivos comunes mediante la realización de un conjunto de tareas [1]. Hoy en día, aplicaciones tan usuales como los sistemas e-mail, chats, wikis, etc., son, de hecho, herramientas groupware.

Un importante requisito en estas aplicaciones para permitir trabajar en grupo de manera eficiente es la interoperatividad. Se define la interoperatividad como “*la habilidad de dos o más componentes de intercambiar información y usar la información intercambiada*” [2]. En el contexto de los sistemas CSCW (*Trabajo cooperativo soportado por ordenador*) [3], la definición anterior se extiende, entendiéndose como la habilidad de diversos sistemas y organizaciones para trabajar

juntos. Para alcanzar esta capacidad, a nivel tecnológico, se deben establecer definiciones de protocolos, formatos de datos comunes y mecanismos que posibiliten el intercambio de información entre las aplicaciones implicadas.

La interoperatividad permite la integración sólo funcional del software, y por lo tanto se requiere la aplicación de técnicas para una mayor y mejor integración. Se define la integración como la manera de unir, ya sea físicamente o funcionalmente, diversas aplicaciones con distintas capacidades para llegar a un único sistema con capacidades propias más amplias que las de cada una de las partes que lo conforman. En el contexto del software groupware, la integración permite llevar a cabo tareas a un nivel de abstracción mayor, aunque usualmente esto implica un mayor esfuerzo y complejidad de desarrollo.

La comunicación, la coordinación y la colaboración son actividades humanas inherentes a los sistemas CSCW. Estos requisitos funcionales implican que la interoperatividad debe resolver problemas tales como permitir el intercambio de una misma información entre usuarios que utilizan aplicaciones diferentes para comunicarse, por ejemplo, debido a motivos de usabilidad (existencia de diferentes perfiles de usuario, roles que desempeñar, etc.) o por las características propias de los dispositivos que se utilizan (ordenadores de sobremesa, dispositivos móviles, etc.).

Este trabajo de investigación pone de manifiesto las relaciones entre requisitos funcionales (comunicación, coordinación y colaboración) y no funcionales (integración, interoperatividad y usabilidad), así como sus implicaciones en el diseño de espacios de trabajo compartidos para trabajo en grupo. El punto de partida consiste en, no sólo proporcionar un medio para compartir información, por ejemplo documentos organizados de alguna forma, sino un entorno dinámico y adaptable en el cual los usuarios, por ejemplo, pueden estar interesados de partida, o resultarles más fácil, compartir aplicaciones o comunicarse con ciertos usuarios debido al rol que actualmente desempeñan. De esta manera, elementos tales como aplicaciones, usuarios y roles, deben ser tratados como elementos de primera clase y, por tanto, puntos de partida alternativos para iniciar algún tipo de interacción en el sistema. Se abordan cuestiones de diseño y de selección de tecnologías que permitan la construcción de sistemas colaborativos para llevar a cabo tanto actividades de uso frecuente como específicas dentro de un mismo sistema CSCW basado en espacios de trabajo compartidos. Se pretende abordar la integración de forma estructurada y dinámica de la mayoría de los elementos presentes en los sistemas CSCW (tareas, información, roles sociales u organizacionales, etc.) haciendo uso de componentes gráficos colaborativos predefinidos que incluyen cierta funcionalidad básica. El marco de trabajo permite modificar, extender y adaptar el espacio de trabajo fácilmente.

Este artículo detalla las decisiones tomadas a nivel de diseño y desarrollo bajo un marco de trabajo para dar soporte a la integración de aplicaciones groupware con la capacidad de interoperar entre sí y que proporciona, a través de la interoperatividad, el soporte necesario para la comunicación, coordinación y colaboración de los usuarios. La *Sección 2* describe en detalle el marco de trabajo. La *Sección 3* presenta como caso de estudio una aplicación cliente desarrollada siguiendo la propuesta. La *Sección 4* analiza brevemente otras propuestas. Finalmente, en la *Sección 5* se exponen las conclusiones y se comentan los futuros trabajos.

2 Marco de trabajo para el desarrollo integrado de sistemas colaborativos

Se propone un marco de trabajo de diseño y desarrollo basado en elementos extensibles y reusables para desarrollar aplicaciones groupware capaces de interoperar entre sí. El aspecto clave consiste en integración de diferentes elementos en un único sistema, de forma transparente, con alta capacidad de extensión y adaptación a los usuarios y al contexto. Este sistema facilita el trabajo colaborativo en grupo gracias a que se pretende que los usuarios dispongan de diferentes alternativas para iniciar una interacción.

2.1 Arquitectura

La arquitectura general que propone el marco de trabajo se presenta en la *Figura 1*, la cual muestran los principales componentes de la arquitectura y las relaciones entre éstos en base a una arquitectura basada en capas. Cada componente es el encargado de llevar a cabo cierta funcionalidad:

- Espacio de trabajo compartido. Permite que los usuarios interactúen mediante una entidad común. El espacio de trabajo integra aplicaciones, documentos compartidos, usuarios, roles, etc. La integración de nuevas aplicaciones se realiza mediante técnicas de extensión de sistemas software.
- Toolkit de componentes gráficos colaborativos. Es un conjunto de componentes gráficos estándares y especializados que permiten desarrollar nuevas aplicaciones groupware. Además, este conjunto de componentes va a proporcionar conciencia de las intenciones y acciones básicas de manipulación de la interfaz que realizan los usuarios.
- Middleware de coordinación. Posibilita la coordinación para las capas superiores y proporciona mecanismos de abstracción sobre las tecnologías de comunicación subyacentes.



Figura 1. Arquitectura basada en capas para el marco de trabajo.

Estos componentes implementan los requisitos funcionales relacionados con las características principales de los sistemas groupware (coordinación, colaboración, ...), y a su vez busca satisfacer requisitos de calidad, en concreto integración e

interoperatividad, los cuales están en relación directa con otros tales como usabilidad, extensibilidad, etc. Los componentes se describen en detalle en las siguientes subsecciones.

2.2 Espacio de Trabajo Compartido

Un espacio de trabajo compartido debe permitir que los usuarios lleven a cabo las tareas de trabajo en grupo, se simplifique la comunicación sobre los objetos compartidos, se coordinen las actividades por medios visuales y se obtengan conocimiento de las actividades de los otros miembros del grupo [4]. Para ello, proponemos un marco de trabajo compartido y dinámico que consta de los siguientes elementos básicos:

- **Aplicaciones:** Muestra las aplicaciones disponibles que pueden utilizar los usuarios para llevar a cabo las tareas colaborativas. Estas tareas ofrecen información compleja y exhaustiva acerca de las acciones de los usuarios y su contexto. Un ejemplo de las capacidades de estas aplicaciones podría ser un mecanismo de anotación compartida sobre documentos, en el cual cada usuario tendrá conocimiento acerca de las intenciones y propuestas del resto gracias a las propias anotaciones, a la información de contexto de trabajo, al uso de telepunteros, etc. El conocimiento sobre las aplicaciones disponibles, así como quién realiza uso de cada una de ellas, permite que los usuarios se centren en la realización de una tarea completa, en vez de en actividades individuales asociadas a documentos. Así, a los usuarios le pueden resultar más fácil asociar objetos a alcanzar a tareas (aplicaciones) en lugar de a información (documentos).
- **Documentos compartidos:** Permite controlar los documentos compartidos con los que los usuarios pueden trabajar, así como realizar diversas acciones (abrir, imprimir, eliminar, etc.) sobre los documentos, y gestionar la metainformación (nombre, tipo, localización, permisos, etc.). También muestra información sobre la gestión compartida del documento por los diferentes usuarios que tiene permiso para trabajar con él, por ejemplo saber qué documentos están siendo anotados en cada momento, quién realiza las anotaciones, cuándo se realizan, etc. Los documentos compartidos del espacio de trabajo se organizan en carpetas. Cada documento tiene asociado un conjunto de anotaciones.
- **Usuarios:** Muestra la metainformación del sistema groupware (usuarios conectados, roles y permisos sobre aplicaciones, componentes gráficos y documentos). Cada usuario puede desempeñar varios roles distintos, los cuales definen el acceso a las aplicaciones, componentes gráficos y documentos compartidos. También permite gestionar dinámicamente la metainformación, es decir, los cambios que se producen en la estructura del grupo colaborativo como la agregación de nuevos usuarios y roles o el cambio de roles de los usuarios. Cualquier cambio que se produzca en los permisos sobre las aplicaciones, componentes gráficos y documentos se verá reflejado instantáneamente en la visualización del espacio de trabajo compartido, por ejemplo, si estamos anotando un documento y se revoca el

permiso de escritura se deshabilitará el botón correspondiente a la función de guardar el documento.

Las decisiones de diseño adoptadas permiten extender el marco de trabajo compartido con nuevos elementos que proporcionen otras informaciones relevantes para el desarrollo de las tareas colaborativas, por ejemplo todos los usuarios que están utilizando un documento o comparten una misma aplicación.

La conciencia de grupo (*group awareness*), entendido como “[...] las actividades de otros, lo cuál proporciona un contexto para tus propias actividades [...]” [5], se provee mediante información acerca de usuarios conectados, los roles que desempeñan y la manipulación por parte de los usuarios de los documentos y las aplicaciones. Los cambios en el estado de esta información se transmiten hacia cada miembro del grupo (por ejemplo, la conexión de nuevos usuarios, la ejecución de aplicaciones, las comunicaciones en tránsito, etc.). La conciencia de grupo se puede clasificar en básica y avanzada. La conciencia básica se provee mediante los componentes gráficos descritos en la *sección 3.3*: los usuarios pueden conocer las acciones y actividades del resto de usuarios mediante información visual. La conciencia avanzada se da mediante aplicaciones groupware completas, compuestas por la unión de varios de los componentes gráficos que se describen en la siguiente subsección, relacionados funcionalmente para cumplir con objetivos de alto nivel, por ejemplo, usuarios que pueden acceder en un momento dado a un documento que está siendo anotado por otro usuario.

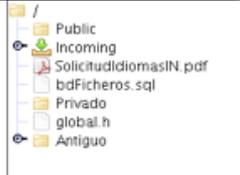
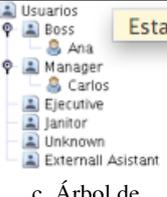
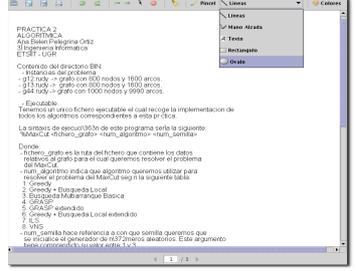
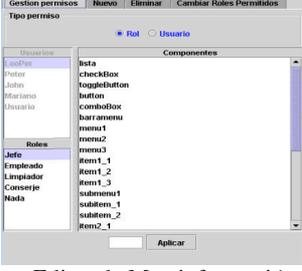
El marco de trabajo es dinámico ya que permite reflejar y resolver los cambios que se producen en la metainformación que se muestra a través de la interfaz del entorno de trabajo, en particular, en los correspondientes componentes, y adaptar el comportamiento del sistema en cada momento.

2.3 Toolkit de Componentes Gráficos

La conciencia de grupo permite anticipar las acciones de los usuarios a partir de la información de contexto y facilita la coordinación efectiva de acciones llevadas a cabo sobre los recursos. Se ha desarrollado un conjunto de componentes gráficos con la intención de simplificar el desarrollo de aplicaciones groupware en base a extensiones de componentes estándares (botones, menús, campos de texto, etc.) y de componentes específicos para aplicaciones groupware (telepunteros, chat, visor de imágenes, árbol de usuarios y roles, modificador de rol, etc.) Los componentes gráficos pueden ser distribuidos o replicados, estos últimos permiten que varios usuarios interactúen con el componente de forma simultánea manteniendo un estado consistente global. Estos componentes se han desarrollado conforme a la especificación JavaBeans [6], de tal forma que son fácilmente integrables en entornos de desarrollo, y permite que se puedan desarrollar fácilmente nuevas aplicaciones groupware o incluso otros componentes gráficos en base a éstos. En la *Tabla 1*, se muestra un conjunto de componentes gráficos específicos para aplicaciones groupware: (a) visor para compartir imágenes; (b) árbol de documentos muestra los documentos compartidos permite abrir los documentos o moverlos de una carpeta a otra arrastrando y soltando; (c) árbol de usuarios y roles que muestra los usuarios conectados clasificados por su rol; (d) anotador de documentos compartidos para anotar y visualizar los documentos; (e) editor de metainformación para asignar

permisos de acceso a los distintos componentes para los distintos usuarios y roles; y (f) modificador de rol que permite a los usuarios cambiar su rol actual por otro de los roles permitidos.

Tabla 1. Algunos componentes gráficos del toolkit.

 <p>a. Visor de imágenes</p>	 <p>b. Árbol de documentos</p>	 <p>c. Árbol de usuarios y roles</p>
 <p>d. Editor de anotaciones sobre documentos compartidos</p>	 <p>e. Editor de Metainformación</p>	 <p>f. Modificador de Rol</p>

Los componentes pueden tener niveles de acceso preasignados para ciertos usuarios y roles. Los cambios en el acceso para lectura y escritura pueden habilitar, deshabilitar u ocultar estos componentes en tiempo de ejecución, pudiendo ser necesario adaptar la interfaz según el caso.

2.4 Middleware de Coordinación

El middleware de coordinación está basado en el modelo propuesto por Linda [7]. Permite dar soporte a la transferencia asíncrona de información entre las diversas aplicaciones para que éstas puedan sincronizarse y coordinarse. Para transferir grandes cantidades de datos (por ejemplo, transferir ficheros o realizar *streaming* de información multimedia para permitir la videoconferencia), se utilizan mecanismos que permiten comunicaciones síncronas. Es también posible combinar ambos enfoques de comunicación en una misma aplicación. Un ejemplo de esto puede ser una aplicación de videoconferencia, donde se envía información de coordinación para iniciar las comunicaciones siguiendo un modelo asíncrono para la comunicación de eventos, y posteriormente, se envía audio y video mediante *streamers* de datos.

3 Caso de Estudio

Se ha desarrollado un entorno de trabajo compartido siguiendo la propuesta, es decir, combinando diversos componentes gráficos para gestionar el estado y los propios elementos del espacio de trabajo: aplicaciones, documentos y usuarios. En particular, la interfaz incluye dos componentes gráficos predefinidos, un árbol de usuarios conectados (en Figura 2, componentes 3A y 3B) y un visor de documentos del espacio de trabajo (componente 2B), y tres nuevos componentes especializados, un árbol de aplicaciones compartidas (componente 1), una barra de herramientas para tareas comunes de gestión del grupo (componente 3C) y otra barra de herramientas para gestión de documentos compartidos (componente 2A).

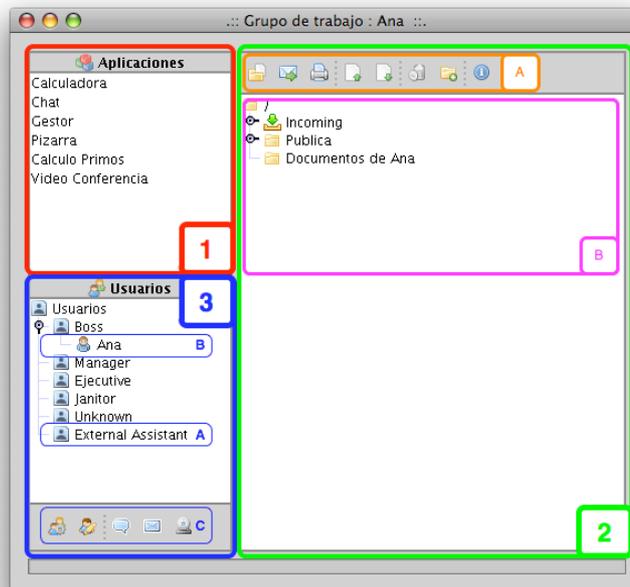


Figura 2. La aplicación cliente desarrollada durante su ejecución.

Un posible escenario donde interviene la interoperatividad entre las aplicaciones del espacio de trabajo se presenta en la Figura 3. El usuario *Ana* (1) selecciona un fichero para subirlo al espacio de trabajo compartido. Este usuario abre el documento desde la aplicación cliente del caso de estudio. El marco de trabajo asocia el tipo del fichero con la aplicación de anotación compartida (2) y comienza su ejecución. Los miembros del grupo de trabajo observan que hay un nuevo documento en el espacio de trabajo y que el usuario *Ana* lo está editando. Inmediatamente inician una conversación de chat (3) con este usuario para resolver sus dudas acerca del documento y ofrecer su colaboración en la actividad que se está llevando a cabo. Durante esta conversación se establece que los usuarios *Carlos* y *José* deberían ayudar al usuario *Ana*. Como resultado, estos usuarios también abren el documento y comienza a realizar anotaciones sobre él (4). Para una comunicación más fluida,

todos los usuarios conectados inician una videoconferencia (5). Al final del proceso, todos los miembros del grupo están envueltos en una conversación a través del chat y los usuarios *Ana*, *Carlos* y *José*, además, realizan anotaciones sobre el documento mientras mantienen dicha videoconferencia.

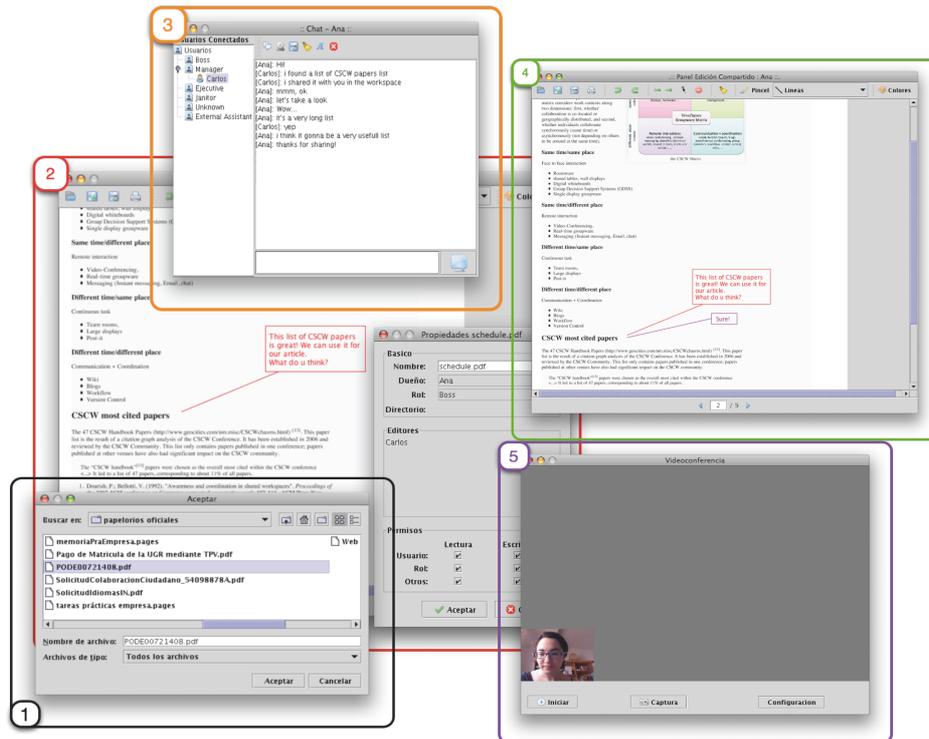


Figura 3. Diversas aplicaciones del espacio de trabajo interoperando entre sí.

En este caso de ejemplo la comunicación entre los miembros del grupo de trabajo se consigue mediante el chat de texto y la videoconferencia que interoperan entre sí para mejorar las comunicaciones. La colaboración entre los usuarios para llevar a cabo las tareas de grupo se ha resuelto en el caso de uso mediante el soporte a anotaciones sobre documentos compartidos. Las anotaciones (2) y (4) en la Figura 3, mantienen información acerca del autor, de la fecha de creación, etc., para que sea posible tener constancia de las actividades de cada uno de los miembros del grupo. Finalmente, los usuarios se coordinan tanto explícitamente (comunicaciones síncronas) con transferencias de información multimedia y ficheros, como implícitamente (comunicaciones asíncronas) a través del uso de anotaciones sobre documentos compartidos.

4 Trabajo Relacionado

Existen diversas propuestas en el marco de CSCW con una filosofía cercana a la expuesta. BSCW [8] es un entorno web basado en espacios de trabajo compartidos.

Posee importantes capacidades en este área: documentos compartidos, versionado de documentos, etc. También proporciona mecanismos de cooperación tales como calendarios o listas de tareas. Sin embargo, no soporta la integración de nuevas aplicaciones en el espacio de trabajo bajo la misma semántica de uso, es decir, como elemento a compartir. En Habanero [9] se integran las aplicaciones a través de una plataforma software. En el marco de trabajo propuesto, se relaciona de una forma más directa a las aplicaciones con los documentos que se les asocian, gracias a que ambos elementos están integrados en el mismo espacio de trabajo.

S. Greenberg et al. [10] define un toolkit de componentes gráficos con el que nuestra propuesta comparte gran parte de funcionalidad. En el toolkit que se propone en este documento, además, se han incorporado componentes gráficos, como el editor de metainformación o el modificador de rol para un usuario, que permiten dar soporte a los cambios que se producen en el entorno de trabajo en grupo.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La propuesta presentada en este trabajo pretende abordar la incorporación de atributos de calidad en el desarrollo de sistemas groupware: la integración e interoperatividad de diferentes elementos pertenecientes al mismo espacio de trabajo. Para ello se propone un marco de trabajo para el desarrollo de este tipo de aplicaciones, permitiendo a los desarrolladores reutilizar funcionalidades con el objetivo de satisfacer estos objetivos

Cualquier nueva aplicación puede ser desarrollada e incorporada al sistema de forma sencilla. Más aún, esta nueva aplicación podrá interoperar con el resto de aplicaciones ya existentes de forma transparente. El soporte que el marco de trabajo proporciona tanto a comunicaciones síncronas como asíncronas, permite a los desarrolladores crear aplicaciones que se comunican y coordinan.

Como caso de estudio se presenta una aplicación cliente desarrollada haciendo uso de un mecanismo de extensión (*plug-in*) que intenta sacar partido de las posibilidades que ofrece el marco de trabajo: integración de aplicaciones y documentos bajo un único espacio de trabajo compartido, mecanismos para la conciencia de grupo y herramientas de comunicación.

Actualmente, se trabaja en la inclusión de diversas mejoras para el marco de trabajo presentado. Uno de los principales objetivos es reemplazar el actual middleware de coordinación por otro con comunicación segura y que garantice la calidad del servicio (*Quality of Service*). Así mismo, se busca la portabilidad proporcionando versiones de éste middleware para diversas plataformas. También se está considerando incorporar un nuevo mecanismo de integración de aplicaciones basado en servicios.

Agradecimientos. Este trabajo está financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, a través de los proyectos TIN2008-05995/TSI y PAC07-0020-5702.

Referencias

1. Rowley, A., Dollimore, J.: Secure Group Communication for Groupware Applications. ACM International Conference Proceeding Series; Vol. 204. Proceedings of the annual research conference of the South African institute of computer scientists and information technologists on IT research in developing countries. 198-205. (2006).
2. Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries. New York. (1990).
3. Hofte, H., Houtsma, M. A. W., van der Lugt, H. J.: CSCW Infrastructure Research at TRC. ACM SIGOIS Bulletin, vol. 15, issue 3, pp. 18-19. (1995).
4. Gutwin, C., Greenberg, S., Blum, R., Dyck, J., Tee, K., McEwan, G.: Supporting informal collaboration in shared-workspace groupware. Journal of Universal Computer Science, vol. 14, no. 9, pp. 1411-1434 (2008).
5. Dourish, P., Bellotti, V.: Awareness and coordination in shared workspaces. Proceedings of the ACM conference on Computer-supported cooperative work: 107-114. ACM Press New York, NY, USA. (1992).
6. Sun Microsystems. JavaBeans Spec.
<http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/javabeans/docs/spec.html>.
7. Carriero, N., Gelernter, D.: Linda in context. Communication of the ACM, vol. 32, issue 4, pp. 444-458 (1989).
8. Appelt, W., Busbach, U.: The BSCW system: a WWW-based application to support cooperation of distributed groups. Proceedings of the 5th Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises. (1996).
9. Chabert, A., Grossman, E., Jackson, L., Petrovicz, S.: NCSA Habanero ® - Synchronous collaborative framework and environment.
10. Greenberg, S., Roseman, M.: Groupware toolkits for synchronous work. Trends in CSCW (1996).
11. Garrido, J.L. et al.: Leveraging the Linda coordination model for a groupware architecture implementation. Lecture Notes in Computer Science (2006).

Reglas de Oportunidad: mejorando las recomendaciones web

Enrique Lazcorreta¹, Federico Botella¹ y Antonio Fernández-Caballero²

¹ Instituto Universitario Centro de Investigación Operativa (CIO),
Universidad Miguel Hernández de Elche
{enrique, federico}@umh.es

¹ Instituto de Investigación en Informática de Albacete (I3A),
Universidad de Castilla-La Mancha
caballer@dsi.uclm.es

Resumen. Los sistemas de recomendación web automáticos obtienen parte de información de los datos de uso del portal web. La búsqueda de reglas de asociación entre las páginas del portal a partir de las sesiones de sus usuarios es una de las fuentes más utilizadas para este propósito. El uso de soporte mínimo permite abordar el problema de la búsqueda de reglas de asociación pero impide obtener información sobre una gran cantidad de páginas del portal. En este artículo se introducen las *reglas de oportunidad*, que permiten a los algoritmos de búsqueda de reglas de asociación encontrar simultáneamente información sobre las páginas que no superen el soporte mínimo, con un consumo mínimo de recursos.

Keywords: Reglas de Asociación, Apriori, Sistemas de Recomendación, Minería de Uso de la Web.

1 Introducción

La búsqueda de reglas de asociación en grandes bases de datos, introducida en 1993 en [1] y abundantemente estudiada hasta la fecha [2, 3, 4, 5, 6], es fuente de información para los sistemas de recomendación de páginas web, artículos de comercio y contenido educativo, entre otros, propuestos en [2, 6, 7].

Con la búsqueda de reglas de asociación aplicada a los datos de uso de un portal web se pretende encontrar patrones de comportamiento que permitan mejorar la navegación a través del portal. Si un usuario solicita una página web se le puede sugerir que también visite otras páginas que los propios usuarios han visitado junto a la solicitada. De este modo son los propios usuarios quienes asocian las páginas que visita en una misma sesión, como si las estuvieran agrupando por tener algo en común.

Cuando son muchos los usuarios que agrupan las mismas páginas web podemos pensar que debe haber algún motivo para ello, pero cuando son pocos los que lo hacen podríamos llegar a pensar que la agrupación se ha hecho al azar, sin que exista una relación real entre las páginas agrupadas. De esta idea surge el concepto de soporte, el

número de veces que aparece repetido un grupo de páginas web. Si este número es pequeño, con respecto a cierto umbral fijado por el analista, no se generará una regla de asociación entre esas páginas según el enfoque clásico de la búsqueda de reglas de asociación.

En un sistema de recomendación de páginas web el uso del soporte penaliza a las páginas web que han sido visitadas pocas veces, entre otras las páginas web de reciente incorporación, pues no tienen suficiente soporte para formar parte de una regla de asociación que genere una sugerencia. Y conforme funciona el sistema de recomendación el problema puede seguir creciendo pues los enlaces sugeridos son siempre de páginas web que ya tienen suficiente soporte.

Los primeros trabajos en plantear el llamado *problema del ítem raro* proponían separar la base de datos en grupos de ítems con frecuencias homogéneas y estudiar cada grupo independientemente [8] o bien agrupar varios ítems infrecuentes en uno solo de modo que se incremente su frecuencia [9]. En el primer caso no se encuentran reglas que relacionen ítems dispuestos en diferentes grupos y en el segundo no se obtiene información referida a los ítems particulares que forman el ítem compuesto estudiado.

En [10,11,12] se propone utilizar múltiples umbrales. Si queremos facilitar la asociación de una página web con el resto podemos asignarle un umbral bajo. Sin embargo esta información adicional no se obtiene del uso real del sitio web. [10] presenta una modificación del algoritmo Apriori, MSApriori, en que cada ítem tiene su propio soporte mínimo, para obtenerlo primero comprueban el soporte observado en la base de datos y si un ítem no supera el soporte mínimo general se le asigna un soporte mínimo particular calculado como una fracción del soporte real del ítem. Una vez determinados los soportes mínimos de cada ítem ordenan los ítems en base a su soporte particular y después proceden con el algoritmo haciendo comparaciones con cada uno de los soportes involucrados en cada k -itemset. En [11] proponen el algoritmo CFP-growth basado en la estructura FP-tree. La mejora de la propuesta respecto a [10] está en la escalabilidad del algoritmo ya que en la primera propuesta un simple cambio de soporte mínimo aplicado a un ítem conlleva la re-lectura de toda la base de datos para obtener las nuevas reglas de asociación. En [12] se plantea el minado de reglas de asociación generalizadas bajo la influencia de una taxonomía.

Sin un coste computacional excesivo se puede modificar el algoritmo Apriori para que encuentre reglas interesantes sobre ítems que no son frecuentes.

En la sección 2 se expone el problema, en la sección 3 se propone una solución y en la sección 4 los resultados experimentales obtenidos.

2 Descripción del problema

Parte de la información que procesan los sistemas automáticos de recomendación web provienen de los algoritmos de búsqueda de reglas de asociación, que permiten extraer información de uso real del portal web. Entre otros algoritmos, Apriori contempla el soporte (porcentaje de sesiones que contienen cada página web visitada) y la confianza (porcentaje de sesiones que, teniendo el antecedente de la regla, también tienen su consecuente) para descubrir las reglas de asociación que contienen

los datos de uso del portal web. La idea esencial de Apriori consiste en generar un árbol L en que se guardarán las co-ocurrencias de páginas web en una misma sesión, usando inicialmente un conjunto de candidatos (C_k) para poder anotar el recuento de las páginas web que pueden ser de interés en cada nivel de L. Este árbol se crea siguiendo el siguiente esquema:

1. Generar el primer nivel del árbol extrayendo del repositorio de sesiones el número de veces que aparece cada una de las páginas visitadas (C_0).
2. Eliminar de C_0 aquellas páginas que no superen el umbral de soporte mínimo (L_0).
3. Generar el segundo nivel de candidatos (C_1) añadiendo a cada página de L_0 una rama por cada una de las restantes páginas del portal guardadas en L_0 . De este modo no tendremos páginas candidatas que no superen el soporte mínimo fijado en el estudio.
4. Hacer sobre C_1 el recuento de los pares de páginas que aparecen en el repositorio de sesiones. Una vez anotadas todas las co-ocurrencias de páginas frecuentes en C_1 se eliminan todas aquellas que no superen el umbral fijado (L_1).
5. Se sigue el proceso $C_k \rightarrow L_k$ hasta que no se puedan generar nuevos candidatos.
6. Una vez tenemos L se extraen las reglas de asociación que superen el umbral de confianza mínima.

Esto da muy poco juego a las páginas nuevas que se incorporan al portal y a aquellas que son menos frecuentes, lo que no garantiza que sean de menor interés. Algunos estudios proponen incorporar al análisis la ponderación de las páginas web del portal de modo que se pueda forzar su incorporación al árbol L, sin embargo esto implica introducir (y mantener) información al análisis que no procede de los datos obtenidos a partir del uso del portal web. Nosotros proponemos que de nuevo sean los datos procedentes de los usuarios quienes nos den esta información adicional. Imaginemos la siguiente información al construir L con Apriori con 10 sesiones, un soporte mínimo del 30% y una confianza mínima del 50%: la página A aparece en 9 sesiones, en 2 de las cuales también está la página B (que aparece en 3 ocasiones en total).

L_0	C_1
A(9)	B(2)
B(3)	

La regla $A \rightarrow B$ no se descubrirá porque el soporte observado (del 20%) hace que desaparezca de C_1 la página B al construir L_1 por lo que no será analizada como regla.

Veamos otra situación:

L_0	C_1
A(9)	B(3)
B(3)	

En este segundo caso sí que se mantiene B en L_1 pero la regla $A \rightarrow B$ no supera la confianza mínima (se observa un 33.3% de confianza) y no la registraremos.

Sin embargo cabe destacar que en el primer caso el 66.7% de veces que aparece B lo hace en una transacción en la que está A. Y en el segundo caso ocurre el 100% de

las veces. Con el planteamiento clásico de Apriori no obtenemos ninguna regla que tenga como antecedente la página A. Sin embargo hemos notado que en el uso del portal existe una relación entre la existencia de A y de B en la misma sesión:

Si en una transacción está el ítem A no tenemos ni soporte ni confianza para decir que es probable que también aparezca el ítem B (de ahí que Apriori no nos advierta de nada) pero *si queremos sugerir B éste es uno de los mejores momentos para anunciarlo.*

Esta medida puede ser útil en otras ocasiones. Supongamos que tenemos 15 transacciones y un soporte mínimo del 20%, si observamos

L ₀	L ₁
A(10)	B(5)
	C(3)
B(10)	
C(3)	

En este caso la confianza de $A \rightarrow B$ es del 50%, muy superior al 30% de confianza que proporciona la regla $A \rightarrow C$. Sin embargo la página B sólo se solicita conjuntamente con A el 50% de las veces que es visitada, frente al 100% que muestra C. Si sólo pudiéramos recomendar un enlace al usuario que ya ha solicitado la página A, el enfoque clásico de Apriori proporciona la página B como idónea, aunque se trate de un buen momento para sugerir la visita a la página C pues siempre se ha visitado conjuntamente con A.

Los umbrales de soporte y confianza mínimos surgen en el estudio de búsqueda de reglas de asociación debido a la gran cantidad de datos que deben manejarse. Aunque teóricamente se pueden encontrar todas las relaciones existentes en un gran repositorio de sesiones, en la práctica el número de relaciones es tan elevado que no puede ser tratado por un computador. Estos umbrales no permiten el análisis de las páginas que son visitadas con menor frecuencia (lo que ocurre a todas las páginas nuevas incorporadas al portal), lo que hace que sólo se trabaje con un porcentaje de las páginas del portal web y se ignoren por completo el resto de páginas.

En la siguiente sección se formaliza una nueva medida y un método que permite descubrir asociaciones interesantes entre las páginas de un portal web sin tener que renunciar a las relaciones expuestas en esta sección y con un coste computacional asumible por cualquier computador.

3 Reglas de oportunidad

El uso de soporte mínimo en la búsqueda de reglas de asociación, aunque es necesario para evitar que sea inabordable el estudio mediante computadores provoca la pérdida de información sobre un gran número de páginas del portal en estudio. La consecuencia más directa cuando se usa para alimentar un sistema de recomendación automático de enlaces es que sólo se sugiere visitar las páginas que ya son frecuentes con lo que su frecuencia crece y decrece la frecuencia relativa de las visitas a las páginas menos frecuentes. Si queremos ser capaces de recomendar cualquier página

del portal web a partir de sus datos de uso hemos de ser más flexibles con el uso del soporte mínimo.

Las *reglas de asociación* se generan sobre las páginas visitadas más frecuentemente en función de la confianza que ofrecen:

- Si al menos el 50% de los usuarios que visitan la página A también visitan en la misma sesión la página B se genera la regla $A \rightarrow B$, sugiriendo al usuario que está visitando la página A que también debería visitar la página B.

Nosotros proponemos el uso de *reglas de oportunidad* sobre las páginas visitadas con menos frecuencia:

- Si al menos el 50% de los usuarios que visitan la página B (poco frecuente) también visitan en la misma sesión la página A se genera la regla $A \rightarrow B$, sugiriendo al usuario que está visitando la página A que también debería visitar la página B. La regla inversa ($B \rightarrow A$) sería una regla de asociación, pero no se genera pues no tiene soporte mínimo. El objetivo de las reglas de oportunidad es generar reglas cuyo consecuente no tenga soporte mínimo por lo que es poco probable que un usuario visite por sí mismo el consecuente y tendría poca utilidad si se planteara como antecedente.

Con esta nueva medida proponemos un nuevo algoritmo que es capaz de detectar este nuevo tipo de reglas incrementando considerablemente el porcentaje de ítems sobre el que tenemos información para el sistema de recomendación y sin incrementar apenas el uso de recursos del computador que realiza el análisis.

- En primer lugar debe ser capaz de recoger información de ítems que no superen el soporte mínimo. Si no consideráramos el soporte mínimo obtendríamos un árbol L extremadamente grande y con información irrelevante que desaparecería al obtener las reglas con confianza mínima. El soporte mínimo debe tener cierta flexibilidad.
- Las reglas de oportunidad con más de un antecedente no aportan mayor información al sistema de recomendación y generan muchos datos a almacenar por lo que se ignorarán. La explicación está en que si seguimos escribiendo en L_i , $i > 1$, la frecuencia del ítem “no frecuente” puede que la confianza de la regla clásica generada crezca pero nunca crecerá la oportunidad del ítem pues es una medida decreciente al avanzar por L.
- Debe informar de un nuevo tipo de reglas que pueden o no superar la confianza mínima.

Las modificaciones que proponemos sobre el algoritmo Apriori se reflejan en el siguiente algoritmo:

```
//En el primer nivel se recogen todos los ítems
while (quedan transacciones)
  lee_transaccion
  foreach (ítem en transacción)
    L_0[ítem]++
//Ya tenemos L_0 pues no consideramos soporte mínimo
```

```

//Generamos C_1
while (quedan transacciones)
  lee_transaccion
  foreach (2-itemset en transacción)
    L_0[item1]->C_1[item2]++

//Extraemos las reglas de oportunidad
foreach (item1 en L_0)
  foreach (item2 en L_0[item1]->C_1)
    if (L_0[item1]->C_1[item2] / L_0[item2] >= oportunidadMinima)
      añadir_regla_oportunidad(item1 → item2)

//Purgar L_0 y L_1 y seguir con el algoritmo clásico
...
end

```

4 Pruebas realizadas

Se han procesado datos sintéticos (T10I4D100K.dat y T40I10D100K.dat) y reales (BMS-POS.dat) para observar la incidencia de la obtención de reglas de oportunidad sobre datos de diversa procedencia, obteniendo resultados similares en todos los casos por lo que expondremos sólo los del primer repositorio.

El objetivo que tiene la introducción de reglas de oportunidad es el de obtener relaciones que cubran el mayor número de ítems computacionalmente posible. Queremos tener reglas que permitan, a un sistema de recomendación que se alimente de ellas, hacer inferencia sobre la idoneidad de sugerir cualquier ítem del repositorio. Según el enfoque clásico esto supone reducir el soporte mínimo a 0, con lo que aparecerá información sobre todos los ítems, pero los repositorios grandes o con un gran número de ítems distintos generan tal cantidad de información que desbordan la capacidad de las computadoras con que estamos trabajando. Sin embargo añadiendo las reglas de oportunidad sí podemos realizar el análisis.

El tiempo necesario para obtener las reglas de oportunidad es tan pequeño que no afecta al tiempo total necesario para buscar las reglas de asociación presentes en un repositorio. Si consideramos, sin embargo, la diferencia de tiempo necesaria para ejecutar el algoritmo con distintos soportes mínimos, para lograr información sobre un gran número de ítems del repositorio es notablemente más rápido trabajar con un soporte mínimo “grande” y añadir las reglas de oportunidad que trabajar sólo con reglas de asociación con un soporte mínimo más pequeño. Estas diferencias se han constatado al realizar los experimentos pero no se han tomado los datos de tiempo de ejecución pues no se buscaba dicha mejora en la experiencia realizada.

El menor de los repositorios puestos a prueba es T10I4D100K.dat. Contiene 870 ítems distintos en 100.000 transacciones de 10 ítems de promedio, con un total de 1.010.228 ítems. En la siguiente tabla se puede observar que al reducir el soporte mínimo con el enfoque clásico se obtiene información sobre un número mayor de ítems con un aumento exponencial del número de reglas encontradas, lo que dificulta enormemente su análisis.

Tabla 1. T10I4D100K con un 50% de confianza y oportunidad mínimas.

Soporte mínimo (%)	Reglas de asociación		Reglas de oportunidad		Ítems cubiertos por ambas (%)	Mejora aportada por las RO (%)
	Número de reglas	Ítems cubiertos (%)	Número de reglas	Ítems cubiertos (%)		
1,000	7	0,6	1.125	83,4	83,6	99,3
0,500	1.145	7,5	1.071	81,1	83,6	91,1
0,400	4.861	16,7	990	77,8	83,6	80,1
0,300	20.775	32,6	800	70,2	83,6	60,9
0,200	176.883	50,3	560	55,1	83,6	39,8
0,100	333.757	66,0	339	36,7	83,6	21,0
0,050	761.644	76,9	141	17,8	83,6	8,0
0,010	3.611.429	82,9	20	2,9	83,6	0,8
0,005	17.590.740	83,4	6	0,8	83,6	0,1
0,003	107.561.757	83,4	6	0,8	83,6	0,1
0,001	-	100,0	0	0,0	83,6	0,0

Para obtener información sobre un número mayor de ítems hemos de reducir los umbrales de confianza y oportunidad mínima. En la tabla 2 se observa este efecto y se comprueba que la mejora aportada por las reglas de oportunidad es ligeramente menor pero aún importante.

Tabla 2. T10I4D100K con un 25% de confianza y oportunidad mínimas.

Soporte mínimo (%)	Reglas de asociación		Reglas de oportunidad		Ítems cubiertos por ambas (%)	Mejora aportada por las RO (%)
	Número de reglas	Ítems cubiertos (%)	Número de reglas	Ítems cubiertos (%)		
1,000	17	1,4	2.913	99,9	99,9	98,6
0,500	1.535	21,0	2.710	99,0	99,9	78,9
0,400	5.923	34,0	2.482	97,7	99,9	65,9
0,300	23.199	53,8	2.004	93,3	99,9	46,1
0,200	189.205	72,8	1.328	81,4	99,9	27,2
0,100	354.998	88,7	596	53,2	99,9	11,2
0,050	808.183	95,5	217	24,8	99,9	4,4
0,010	3.895.609	99,4	25	3,3	99,9	0,5
0,005	19.642.125	99,8	10	1,5	99,9	0,1
0,003	126.446.840	99,8	10	1,5	99,9	0,1
0,001	-	99,9	0	0,0	99,9	0,0

5 Conclusiones y trabajo futuro

Los resultados obtenidos muestran que es posible obtener automáticamente información de uso de las páginas web nuevas o poco frecuentes. Al aplicarlo a un sistema de recomendación es de esperar que dé mayor “publicidad” a esas páginas y con ello que se incorporen antes al uso “frecuente” en el portal.

Descubrir patrones sobre ítems poco frecuentes puede ser útil en otras áreas como en la detección temprana de fraudes en tarjetas o seguros, en bioestadística o medicina para la inclusión automática de características poco frecuentes en el estudio de enfermedades...

Actualmente estamos estudiando una modificación del algoritmo que pueda decidir por sí mismo, en base a los datos analizados, qué niveles de soporte, confianza y oportunidad mínimos son los más adecuados para obtener reglas representativas de todos los ítems del repositorio.

6 Agradecimientos

Este trabajo está financiado en parte por el proyecto nacional CICYT TIN2008-06596-C02-01

References

- 1 Agrawal, R.; Imielinski, T. & Swami, A. Mining association rules between sets of items in large databases. Proc. of the 1993 ACM SIGMOD International Conference on Management of data, 207-216 (1993)
- 2 Kouris, I. N.; Makris, C. H. & Tsakalidis, A. K.: Using information retrieval techniques for supporting data mining. Data & Knowledge Engineering, Elsevier Science Publishers B. V., 52, 353-383 (2005)
- 3 Rozenberg, B. & Gudes, E.: Association rules mining in vertically partitioned databases. Data & Knowledge Engineering, Elsevier Science Publishers B. V., 59, 378-396 (2006)
- 4 Palshikar, G. K.; Kale, M. S. & Apte, M. M.: Association rules mining using heavy itemsets. Data & Knowledge Engineering, Elsevier Science Publishers B. V., 61, 93-113 (2007)
- 5 Tseng, M.-C. & Lin, W.-Y.: Efficient mining of generalized association rules with non-uniform minimum support. Data & Knowledge Engineering, 62, 41-64 (2007)
- 6 Lazcorreta, E.; Botella, F. & Fernández-Caballero, A.: Towards personalized recommendation by two-step modified Apriori data mining algorithm. Expert Systems with Applications, 35, 1422-1429 (2008)
- 7 Botella, F.; Lazcorreta, E.; Fernández-Caballero, A. & González, P.: Mejora de la usabilidad y la adaptabilidad mediante técnicas de minería de uso Web. Proc. of VI Congreso Interacción Persona-Ordenador, Thomson, (2005)
- 8 Lee, W & Stolfo, S.J. & Mok, K.W.: *Mining audit data to build intrusion detection models*. Procs. of the 4th International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, (1998)
- 9 Han, J. & Fu, Y.: *Discovery of multi-level association rules from large databases*. Procs. of the International Conference on Very Large Data Bases, 420-431, (1995)
- 10 Liu, B. & Hsu, W. & Ma, Y.: *Mining association rules with multiple minimum supports*. Proc. of the fifth ACM SICKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 337-341 (1999)
- 11 Hu, Y.-H. & Chen, Y.-L.: *Mining association rules with multiple minimum supports: a new mining algorithm and a support tuning mechanism*. Decision Support Systems, Elsevier Science Publishers B. V., 42, 1-24 (2006)
- 12 Tseng, M.-C. & Lin, W.-Y.: *Efficient Mining of generalized association rules with non-uniform minimum support*. Data & Knowledge Engineering, 62, 41-64 (2007)