

Diseño e implementación de software distribuido de soporte a la integración e interoperatividad de aplicaciones groupware

Design and implementation of distributed software to support integration and interoperability of groupware applications

Carlos Rodríguez Domínguez, Ing., Ana Belén Pelegrina Ortiz, Ing. José Luis Garrido Bullejos, PhD.

María Luisa Rodríguez Almendros, PhD, y María Bermúdez Edo, Ing.

Universidad de Granada, Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, España

{carlosrodriguez, abpelegrina, jgarrido, mlra, mbe}@ugr.es

Recibido para revisión 8 de diciembre de 2009, aceptado 10 de febrero de 2010, versión final 26 de febrero de 2010

Resumen—Debido al auge en la demanda de herramientas eficaces para dar soporte al trabajo en grupo, es fundamental dotar a las herramientas y aplicaciones groupware de los mismos atributos de calidad que tradicionalmente han estado asociados a las aplicaciones monousuario. A la dificultad de desarrollo de software distribuido efectivo se añade la complejidad de dar soporte a un sistema multiusuario, como es una aplicación groupware. Así, ciertas decisiones de diseño se centran en resolver problemas concretos, y olvidan o evitan incorporar atributos de calidad que complican dicho diseño. Ello conlleva un éxito relativo del uso de estas aplicaciones debido, por ejemplo, a una menor aceptación por parte de los usuarios de aplicaciones que exhiben claras limitaciones en cuanto a propiedades siempre deseables (fiabilidad, interoperatividad, etc.), así como por parte de los desarrolladores en relación con propiedades como reusabilidad, extensibilidad, mantenimiento, etc. Con la intención de facilitar la incorporación de atributos de calidad en aplicaciones groupware, este artículo presenta un enfoque que consiste en dar soporte a dichos atributos de calidad tanto a nivel de diseño de ciertos componentes (middleware y componentes gráficos) como a nivel de la propia estructura general de la arquitectura. Estos atributos son, además, necesarios para el desarrollo de sistemas distribuido en general y sirven a su vez como base para incluir características propias de aplicaciones groupware. Se aborda mediante un caso de estudio la integración e interoperatividad de aplicaciones groupware que hacen un uso intensivo de mecanismos de soporte a conciencia de grupo mediante su incorporación a un espacio de trabajo compartido donde acceder a los recursos disponibles (documentos, usuarios, etc.).

Palabras Clave—Aplicaciones Groupware, Trabajo Colaborativo, Atributos de Calidad, Integración, Interoperatividad, Espacio de Trabajo Compartido.

Abstract—Due to the increasing demand of effective tools to support group work, it is also necessary to provide certain quality attributes that have been traditionally associated with single-

user applications to groupware applications. The difficulty of developing effective distributed software is increased by the complexity of supporting multiuser systems, like groupware applications. Thus, some design decisions are centered in solving specific problems, and they forget or avoid to incorporate quality attributes that may complicate that design. Those facts lead to a limited success of these applications due, for example, to a less user acceptance, as applications exhibit clear limitations in desirable properties (reliability, interoperability, etc.), and a less developer acceptance, in relation with properties such as reusability, extensibility, maintenance, etc. With the intention to easily incorporate quality attributes in groupware applications, this article proposes an approach that consists of supporting those quality attributes both at design level for some components (middleware and graphical components) and at the level of the general structure of the architecture. In addition, those attributes are necessary for the development of general distributed software and they are needed as a basis for incorporating typical features related with groupware applications. A case study addresses the integration and interoperability of groupware applications that intensively use mechanisms to support group awareness through a shared workspace where resources are available (documents, users, etc.).

Keywords—Groupware Applications, Collaborative Work, Quality Attributes, Integration, Interoperability, Shared Workspace.

I. 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 plantean 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. Se permite además la modificación, extensión y adaptación del espacio de trabajo compartido de una manera sencilla.

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 II analiza brevemente diversas propuestas que pueden estar relacionadas con la nuestra. La Sección III describe en detalle el marco de trabajo. La Sección IV presenta como caso de estudio una aplicación cliente desarrollada siguiendo la propuesta. Finalmente, en la Sección V se exponen las conclusiones y se comentan los futuros trabajos.

II. TRABAJO RELACIONADO

Existen diversas propuestas en el marco de CSCW con una filosofía cercana a la nuestra.

BSCW [4] 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 [5] se integran las aplicaciones a través de una plataforma software. Sin embargo, en nuestra propuesta, se relacionan 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.

Existen diversas propuestas de toolkits de componentes gráficos para dar soporte a la conciencia de grupo en aplicaciones groupware, tales como la de Greenberg et al. [6] y la de J. Hill et al. [7]. En ambos casos, la transferencia de información se realiza en modo síncrono debido al uso subyacente de un modelo de llamada a método remoto sobre objetos distribuidos. Por contra, en nuestra propuesta, se utilizan dos modos de transmisión de información: Asíncrono para eventos de coordinación y síncrono para transferencia masiva de datos (audio, video, documentos, etc.). Además, en nuestra propuesta, se ofrece un toolkit más completo, ya que incorpora información de contexto a través del editor de metainformación o del modificador de rol para un usuario, lo cual permite ofrecer soporte a los cambios que se producen en el entorno de trabajo en grupo a lo largo del tiempo.

«Agilo» es un marco de trabajo que fue propuesto para el desarrollo de aplicaciones groupware por Guicking et al. [8]. Uno de sus principales objetivos es conseguir la integración externa de diversas aplicaciones groupware. En nuestra propuesta, por contra, la integración que se pretende conseguir es a nivel interno.

Gutwin et al. [9] menciona que una aplicación groupware basada en un espacio de trabajo compartido debería soportarse la colaboración informal para poder llegar al mismo nivel de aceptación entre los usuarios que el groupware en tiempo real (mensajería instantánea, juegos on-line, etc.). En nuestra propuesta se combina un espacio de trabajo compartido para documentos, aplicaciones, etc. con un groupware en tiempo real para la interacción entre los usuarios.

III. DECISIONES DE DISEÑO PARA EL DESARROLLO INTEGRADO E INTEROPERABLE DE APLICACIONES GROUPWARE

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 la 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 ofrecen a los usuarios diferentes alternativas para iniciar una interacción.

A. Arquitectura del Marco de Trabajo

La arquitectura general que propone el marco de trabajo se presenta en la Figura 1, la cual muestra los principales componentes de la arquitectura y las relaciones entre estos 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, comunicación, etc.), y a su vez buscan 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.

B. 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 obtenga conocimiento de las actividades de los otros miembros del grupo [9]. Para ello, proponemos un marco de trabajo compartido y dinámico que consta de los siguientes elementos básicos:

- Elemento aplicaciones: Conjunto de todas 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 de usuarios, 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 utiliza 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 les puede resultar más fácil asociar objetivos a tareas (aplicaciones) en lugar de a información (documentos).
- Elemento 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 tienen 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.

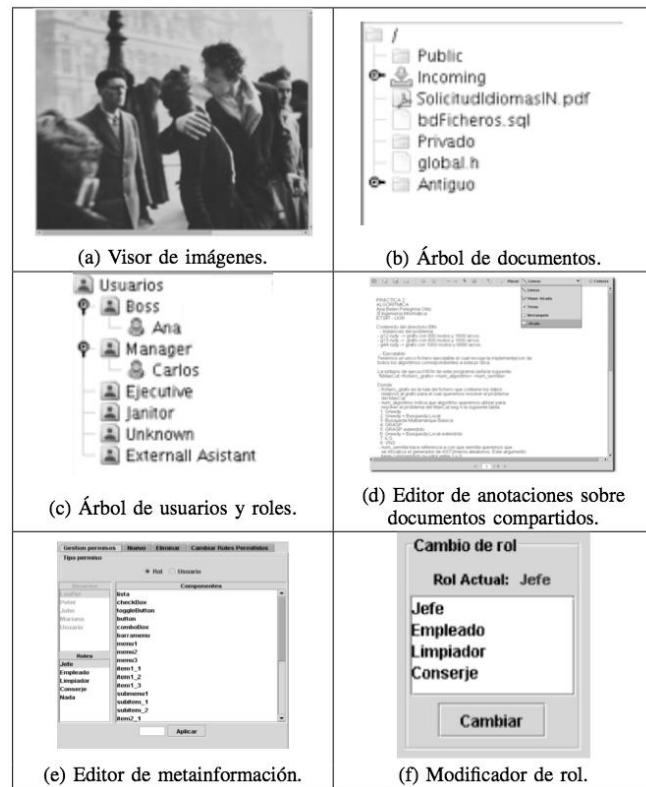
- Elemento usuarios: Incluye la metainformación del sistema groupware (usuarios conectados, roles y permisos sobre aplicaciones, componentes gráficos y documentos). Cada usuario puede desempeñar varios roles distintos, los cuales definen el acceso a las aplicaciones, componentes gráficos y documentos 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, entonces 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 [...]" [10], 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 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. Existen dos tipos de conciencia de grupo: básica y avanzada. La conciencia básica se provee mediante los componentes gráficos descritos en la sección III-C: 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. Por ejemplo, si un usuario cambia de rol, su entorno de trabajo cambiará dinámicamente dándole acceso a nuevos recursos, documentos, aplicaciones, acciones concretas dentro de una aplicación, etc.

Tabla 1. Algunos componentes gráficos del toolkit



C. Toolkit de Componentes Gráficos Colaborativos

Se han 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 [11], de tal forma que son fácilmente integrables en entornos de desarrollo, y permiten que se puedan desarrollar fácilmente nuevas aplicaciones groupware o incluso otros componentes

gráficos en base a estos. En la Tabla 1, se muestra un conjunto de componentes gráficos específicos para aplicaciones groupware: (a) visor para compartir imágenes; (b) árbol de documentos que muestra los documentos compartidos y 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.

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.

D. Middleware de Coordinación

El middleware de coordinación está basado en el modelo propuesto por Linda [12]. Permite dar soporte a la transferencia asíncrona de información entre las diversas aplicaciones para que estas 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

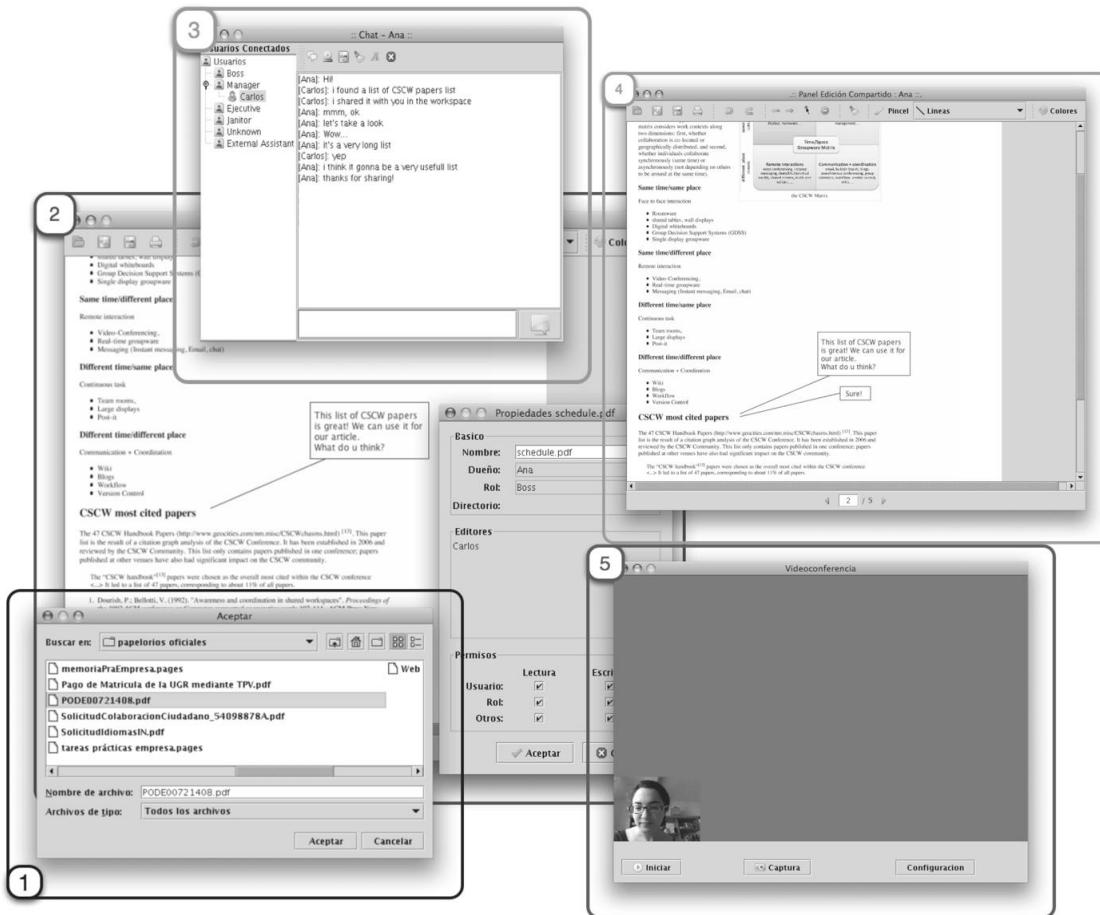


Figura 2. Diversas aplicaciones del espacio de trabajo interoperando entre sí.

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.

IV. 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 la Figura 3, componentes 3A y 3B) y un visor de documentos del espacio de trabajo (componente 2B), y tres nuevos componentes especialmente diseñados para mostrar aplicaciones compartidas (componente 1), para gestión de tareas comunes del grupo (componente 3C) y para gestión de documentos compartidos (componente 2A). Para la gestión de tareas comunes del grupo se aporta la posibilidad de modificar la metainformación del sistema, cambiar el rol del usuario, iniciar una conversación de chat con un usuario concreto, enviar un mensaje a un usuario (conectado o no) e iniciar una videoconferencia. Para la gestión de documentos compartidos se aporta la posibilidad de abrirlos, guardarlos, imprimirlas, subir nuevos, descargarlos localmente, eliminarlos y cambiarles los permisos de acceso.

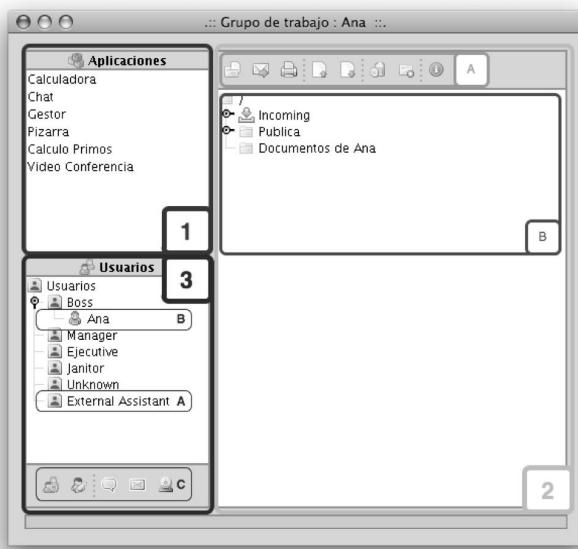


Figura 3. La aplicación cliente desarrollada durante su ejecución.

Un posible escenario donde interviene la interoperatividad entre las aplicaciones del espacio de trabajo se presenta en la Figura 2. El usuario Ana (1) selecciona un fichero local para almacenarlo en el 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.

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 2, 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 sincrónicas) con transferencias de información multimedia y ficheros, como implícitamente (comunicaciones asíncronas) a través del uso de anotaciones sobre documentos compartidos.

V. 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 para poder 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 sincrónicas 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 (plugin) 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 soporte a requisitos de calidad de 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 del Gobierno de España, a través de los proyectos TIN2008-05995/TSI y PAC07-0020-5702.

REFERENCIAS

- [1] A. Rowley and J. Dollimore, Secure group communication for group- ware applications, ACM International Conference Proceeding Series, vol. 204, pp. 198-205, 2006.
- [2] IEEE standard computer dictionary. A compilation of IEEE standard computer glossaries, IEEE Std 610, January 1991.
- [3] H. Hoffte, M. A. W. Houtsma and H. J. Van der Lugt, CSCW infrastructure research at TRC, ACM SIGOIS Bulletin, vol. 15, no. 3, pp. 18-19, 1995.
- [4] W. Appelt and U. Busbach, 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.
- [5] A. Chabert, E. Grossman, L. Jackson, and S. Pietrovic, Ncsa habanero: Synchronous collaborative framework and environment. <http://www.isrl.illinois.edu/isaac/habanero/whitepapers/ecscw-habanero.html>, 1997.
- [6] S. Greenberg and M. Roseman, Groupware toolkits for synchronous work, Computer-Supported Cooperative Work (Trends in software), vol. 7, pp. 135-168, January 1999.
- [7] J. Hill and C. Gutwin, Awareness support in a groupware toolkit, Group '03: Proceedings of the 2003 International ACM SIGGROU conference on Supporting group work, pp. 258-267, 2003.
- [8] A. Guicking, P. Tandler, and P. Avgeriou, "Agilo: A highly flexible groupware framework," Proceedings of the 11th International Works- hop on Groupware: Design, Implementation and Use (CRIWG 2005), vol. 3706, pp. 49-56, 2005.
- [9] C. Gutwin, S. Greenberg, R. Blum, J. Dyck, K. Tee, and G. McEwan, Supporting informal collaboration in shared-workspace groupware, Journal of Universal Computer Science, vol. 14, no. 9, pp. 1411-1434, 2008.
- [10] P. Dourishand and V. Bellotti, Awareness and coordination in shared workspaces, Proceedings of the ACM conference on computer-supported cooperative work, pp. 107-114, 1992.
- [11] G. Hamilton, JavaBeans Specification. Sun Microsystems, <http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/javabeans/docs/spec.html>.
- [12] N. Carriero and D. Gelernter, Linda in context, Communications of the ACM, vol. 32, no. 4, pp. 444-458, 1989.

Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

Facultad de Minas



Escuela de Ingeniería de Sistemas

Pregrado

- ❖ Ingeniería de Sistemas e Informática.



Áreas de Investigación

- ❖ Ingeniería de Software.
- ❖ Investigación de Operaciones.
- ❖ Inteligencia Artificial.

Escuela de Ingeniería de Sistemas
Dirección Postal:
Carrera 80 No. 65 - 223 Bloque M8A
Facultad de Minas. Medellín - Colombia
Tel: (574) 4255350 Fax: (574) 4255365
Email: esistema@unalmed.edu.co
<http://pisis.unalmed.edu.co/>

Posgrado

- ❖ Doctorado en Ingeniería-Sistemas.
- ❖ Maestría en Ingeniería de Sistemas.
- ❖ Especialización en Sistemas con énfasis en:
 - Ingeniería de Software.
 - Investigación de Operaciones.
 - Inteligencia Artificial.
- ❖ Especialización en Mercados de Energía.

