

# Procesos de Adaptación para Aplicaciones Colaborativas

Mario Anzures-García  
Facultad de Ciencias de la  
Computación  
Benemérita Universidad Autónoma  
de Puebla  
72570 Puebla, México  
[manzures@siu.buap.mx](mailto:manzures@siu.buap.mx)  
[anzures@correo.ugr.es](mailto:anzures@correo.ugr.es)

Patricia Paderewski-  
Rodríguez  
Dept. de Lenguajes y Sistemas  
Informáticos  
ETS Ingeniería Informática y de  
Telecomunicación  
Univ. de Granada  
18071 Granada, España  
[patricia@ugr.es](mailto:patricia@ugr.es)

Miguel J. Hornos  
Dept. de Lenguajes y Sistemas  
Informáticos  
ETS Ingeniería Informática y de  
Telecomunicación  
Univ. de Granada  
18071 Granada, España  
[mhornos@ugr.es](mailto:mhornos@ugr.es)

## Resumen

Las aplicaciones colaborativas (o groupware) permiten el trabajo en grupo, proporcionando infraestructuras adecuadas para ello. Además, este tipo de aplicaciones deben soportar grupos dinámicos en tiempo de ejecución, es decir, deben ser capaces de adaptarse a diversos cambios que se presentan cuando se lleva a cabo el trabajo colaborativo. El presente artículo describe el proceso de adaptación de aplicaciones colaborativas, centrándonos en la adaptación a diferentes estilos de organización y a nuevas necesidades del trabajo en grupo. Este proceso se basa en la política de manejo de sesión, que gobierna la forma en la que se organiza el trabajo en grupo. Por tanto, en este artículo también se presenta el modelado de dichas políticas, el cual nos permite especificar y controlar los diversos cambios que puede presentar el trabajo en grupo. Además, se incluye un breve análisis de las políticas de manejo de sesión y un estudio de los sistemas adaptativos.

## 1. Introducción

En la actualidad, las aplicaciones colaborativas, además de proporcionar la infraestructura adecuada para soportar el trabajo en grupo, deben soportar la naturaleza dinámica del grupo en tiempo de ejecución. Debido a esto, es necesario que las aplicaciones groupware proporcionen mecanismos que permitan cambiar la manera en la cual se organiza el trabajo en grupo, así como dar soporte a diferentes estilos de trabajo de la organización.

Las aplicaciones groupware proporcionan un espacio compartido para soportar el trabajo

colaborativo. La mayoría de este tipo de aplicaciones ha hecho una abstracción del espacio compartido. Se han usado distintos términos para denotar dicha abstracción, como por ejemplo: conversaciones [17], locales [12], lugares [11], espacios [2], conferencias [22] [26], y sesiones [8] [13]. En general, todos estos términos denotan un conjunto de individuos, geográficamente distribuidos, que comparten un interés común para realizar tareas comunes. En el resto del artículo utilizamos el término sesión para denotar el trabajo colaborativo.

Algunas aplicaciones, como por ejemplo: Groupkit [23] y ANTS [13], proporcionan un mecanismo denominado manejador de sesión para soportar sesiones. Por un lado, dicho mecanismo permite establecer la sesión, ayudando a los usuarios a establecer la conexión, crear y gestionar reuniones, y unirse y salirse de las mismas, por medio de una interfaz de usuario. Y por otro lado, este mecanismo permite definir la denominada política de manejo de sesión, la cual establece el modo en el que se organizarán las sesiones para llevar a cabo el trabajo en grupo, permitiendo así construir diferentes estructuras organizacionales que se adecuen a las necesidades particulares de cada grupo.

En general, las aplicaciones colaborativas que presentan un manejador de sesión no separan los mecanismos que establecen el espacio compartido de la política de manejo de sesión. Sin embargo, creemos que es importante esta separación, ya que permitirá soportar los cambios del trabajo en grupo de forma más adecuada y flexible, debido a que por un lado se ha diseñado la forma en que se establece la conexión, se inicia o detiene de las sesiones, y por otro, se han diseñado las políticas de manejo de sesión que permiten estructurar la forma en que se organiza el trabajo en grupo, así

como la manera en que se pueden llevar a cabo. De esta forma, un cambio en la estructura organizacional del grupo afectaría a la política de manejo de sesión, pero no al manejador de sesión.

A continuación presentamos un modelo conceptual de las políticas de manejo de sesión, con el objetivo de soportar y desarrollar sesiones que se adapten a los cambios en el trabajo en grupo y a diferentes estilos de trabajo de la organización. Este modelo permite el proceso de adaptación y además forma parte de nuestra propuesta arquitectónica basada en servicios web [1], la cual proporciona una infraestructura adecuada para el desarrollo de aplicaciones groupware.

El resto del artículo se organiza como sigue: la sección 2 presenta el estado del arte de las políticas de manejo de sesión; la sección 3 describe brevemente los sistemas adaptativos y el proceso de adaptación propuesto; la sección 4 explica algunos ejemplos del proceso de adaptación en sus dos modalidades: proceso adaptativo y proceso adaptable; y finalmente se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

## 2. Políticas de manejo de sesión

Las políticas son reglas que gobiernan el comportamiento de un sistema en términos de las condiciones en las cuales puedan ser invocadas las operaciones o acciones predefinidas [25]. Estas políticas definen acciones a ser realizadas en el futuro, o acciones repetidas, o que se relacionan con el mantenimiento de una condición.

Las aplicaciones colaborativas son típicamente sistemas a gran escala que requieren soluciones de acuerdo al comportamiento del sistema, es decir, soluciones auto-adaptables y dinámicas. Las políticas de manejo de sesión son una solución factible para la gestión de aplicaciones groupware, ya que permiten especificar estrategias dinámicamente adaptables, que pueden ser fácilmente modificadas sin cambiar el código o detener el sistema.

Los sistemas CSCW (*Computer Supported Collaborative Work*) [10] se han centrado principalmente en las políticas de coordinación y de seguridad. Las políticas de coordinación permiten la interacción entre usuarios y de los usuarios con los recursos compartidos, evitando conflictos que conduzcan a la inconsistencia de la

información. Los ejemplos de este tipo de política son: control de acceso [24], control de concurrencia [9] y *floor control* [6]. Las políticas de seguridad son necesarias para definir las acciones que deben tomarse cuando ocurre alguna violación, como la que se produce cuando se originan fallos de conexión de un usuario o aquella que se produce al descubrirse un ataque sobre el sistema.

En lo que concierne a las políticas de manejo de sesión, encontramos que los manejadores de sesión implementan y proporcionan una amplia variedad de políticas a los usuarios. En este trabajo mencionamos dos de las más importantes:

- **Política de lluvia de ideas**, diseñada para permitir colaboraciones informales entre usuarios de igual jerarquía. Por esta razón, los usuarios deben usar herramientas de votación para decidir quién establece los turnos de participación de los mismos, o utilizar el método “el que primero llega, es el primero que participa”. Esta política funciona de un modo similar a las aplicaciones de mensajería instantánea.
- **Política moderada**, diseñada para el trabajo en grupo estructurado. En ella, el moderador, que posee un mayor estatus que el resto de usuarios, controla y coordina la sesión, y establece los turnos para la participación de los usuarios.

En nuestro trabajo, la política de manejo de sesión se utiliza para establecer la estructura organizacional del trabajo en grupo, de tal modo que permita establecer el control de la sesión (determinando quién autoriza el registro de un usuario, cómo se realiza la interacción entre los usuarios y cómo se definen los turnos para la participación del usuario en la sesión) y soportar los cambios (determinando cómo se modifica el rol de usuario, los permisos de rol y/o la política actual) en tiempo de ejecución.

Las políticas de manejo de sesión se definen en tiempo de diseño, de acuerdo al modelo que se presenta en la Figura 1. En ella, consideramos que, en un momento dado, la *estructura organizacional del grupo* es gobernada por una política específica, que define cómo se organiza el trabajo en grupo, mediante una estructura jerárquica (principalmente), tal y como sucede en universidades, oficinas, departamentos y hospitales. La *política* configura dicha estructura, definiendo una serie de *roles*, a cada uno de los

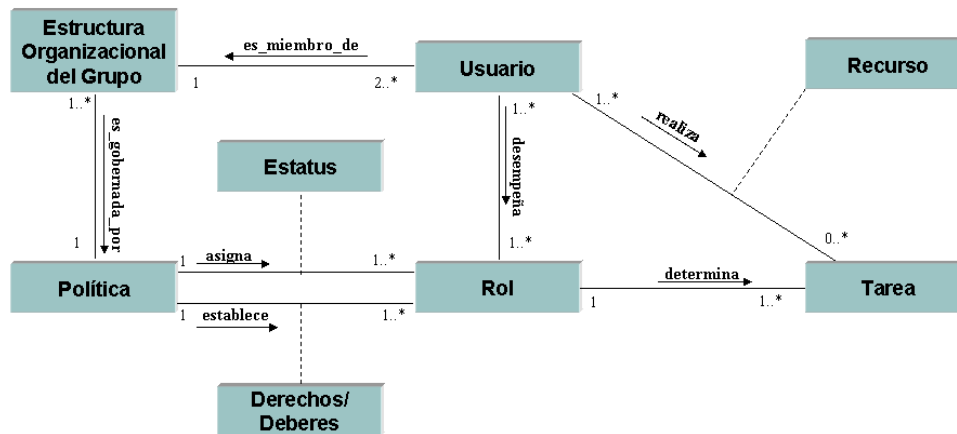


Figura 1. Diagrama UML de la estructura organizacional del grupo

cuales le asigna un estatus y le establece sus derechos/deberes. Para que la política funcione correctamente, cada rol definido en la política debe desempeñarse siempre por al menos un usuario. El *estatus* define la línea de autoridad del rol, de acuerdo a la posición de éste dentro de la organización. Esto permite establecer de manera clara una estructura jerárquica. El estatus determina, en un instante dado, quién es el usuario que controla o dirige la sesión y quién debe tomar su lugar en caso de que el usuario con el estatus más alto abandone la sesión. En caso de que se trate de una política con usuarios con el mismo estatus (igual jerarquía), las decisiones se toman utilizando mecanismos de votación.

Los *derechos/deberes* indican los permisos y responsabilidades del usuario de acuerdo al estatus del rol que desempeña en un momento dado. Estos derechos/deberes se definen en base al *estatus* y no al usuario que tiene asignados esos derechos/deberes; por tanto, la política no debe modificarse cuando los usuarios cambian su estatus dentro de la organización. Estos derechos/deberes restringen las acciones del usuario para interactuar con los demás usuarios y desempeñar las *tareas* colaborativas, por ejemplo, el profesor tiene que enseñar e investigar. El *usuario* es una persona que toma parte en el trabajo en grupo. Para poder participar, el usuario desempeña uno o varios *roles* que le permiten llevar a cabo las tareas colaborativas de acuerdo con sus derechos/deberes y su estatus. La *tarea* es una actividad desempeñada por uno o más usuarios con el fin de lograr una meta común.

Para llevar a cabo dicha actividad se usan los recursos necesarios. El *recurso* representa los recursos compartidos utilizados en las tareas realizadas por el usuario o usuarios para alcanzar los objetivos comunes fijados dentro de la estructura organizacional del grupo.

### 3. Proceso de Adaptación

Los sistemas complejos (como por ejemplo, aquéllos que soportan la colaboración de comunidades distribuidas) demandan el diseño y desarrollo de sistemas eficientes y adaptativos. Tales sistemas deben manejar todas las actividades relacionadas con el grupo y proporcionar mecanismos apropiados para que el sistema se adapte a los cambios dinámicos del grupo.

El software adaptativo [16] se basa en la necesidad de ajustar o transformar la funcionalidad del sistema de acuerdo a los nuevos requisitos que aparecen (cambios en el entorno, nuevas necesidades de los usuarios, diferentes dispositivos, etc.) sin que se vea afectado el funcionamiento del sistema.

La investigación sobre adaptación está orientada o bien al usuario o bien al grupo. Los sistemas adaptativos centrados en el usuario adaptan el entorno y la información al modelo de usuario, el cual modela las metas, intereses y preferencias del usuario. Este modelo proporciona el estado del usuario, considerando varios aspectos relacionados con él, tales como su

conocimiento, preferencias, interacciones anteriores, habilidades, etc. Este tipo de sistemas también presenta un modelo de dominio, el cual mantiene una clasificación de la información, es decir, de los conceptos y relaciones entre éstos, especificados por el modelo de usuario. Por esta razón, el modelo de dominio permite producir cambios dinámicos en el entorno, de acuerdo con los cambios efectuados en el modelo de usuario.

Respecto a la investigación de sistemas adaptativos centrados en el grupo, los sistemas existentes tratan de ajustar el espacio de trabajo compartido, teniendo en cuenta los cambios que ocurren en el sistema. Por tal motivo, es necesario proporcionar mecanismos que detecten dichos cambios. Una vez que se ha detectado un cambio, a menudo es necesario un acuerdo global para determinar si el proceso de adaptación puede llevarse a cabo. En ese momento, el sistema debe decidir qué componentes están involucrados en el correspondiente proceso de adaptación. Este proceso debe realizarse de manera coordinada, para que pueda preservarse la funcionalidad global del sistema y de todos sus componentes mientras se está realizando la adaptación.

En la literatura podemos encontrar diversos ejemplos de sistemas adaptativos, tales como sistemas tutoriales inteligentes [3], catálogos electrónicos [4], sistemas educativos [14] y sistemas hipermedia adaptativos [21].

En lo que respecta a los sistemas colaborativos adaptativos, se consideran varias dimensiones, como por ejemplo:

- control de acceso [7] y [24];
- control de concurrencia [9] y [15];
- acoplamiento de vistas [5];
- arquitecturas extensibles [11] y [18];
- soporte de movilidad [19] y [20].

Nuestro proceso de adaptación se centra en soportar la naturaleza dinámica del grupo (por ejemplo, cambiar el rol de un usuario o modificar el estilo de organización del trabajo en grupo) y añadir nuevas funcionalidades sin modificar la arquitectura propuesta (añadiendo aplicaciones de terceros que proporcionen dicha funcionalidad). En [21] se consideran dos modos de adaptación del sistema:

- **Adaptativo**, cuando la adaptación del sistema se realiza automáticamente, basándose en ciertos mecanismos previamente definidos por el diseñador o el desarrollador.

- **Adaptable**, cuando la adaptación del sistema se lleva a cabo por la intervención directa del usuario, de acuerdo con un conjunto de restricciones que evitan inconsistencias en el sistema.

Ambos modos de adaptación forman parte del proceso de adaptación que incorporamos en nuestra propuesta arquitectónica (ver Figura 2) y se corresponden con el módulo de Control de Adaptación de la Capa de Control. Este módulo controla cómo se adaptarán los componentes de nuestra arquitectura cuando ocurra un cambio (evento) que requiera modificar el sistema colaborativo, de tal manera que se preserve la funcionalidad de la aplicación y no se produzcan inconsistencias. El módulo de Control de Adaptación contiene los siguientes componentes (ver Figura 3):

- **Pre-Adaptación**: detecta los eventos que ocurren en el entorno del sistema en tiempo de ejecución y determina si dichos eventos conllevan un proceso de adaptación. Este componente contiene los siguientes elementos:
  - *Mecanismo de Detección*, que determina cuándo sucede un evento;
  - *Repositorio de Eventos de Adaptación*, que almacena los tipos de eventos que provocarán la adaptación del entorno colaborativo; y
  - *Repositorio de Componentes de Adaptación*, que contiene los componentes relacionados con el proceso de adaptación.
- **Consenso**: permite que se lleve a cabo el proceso de acuerdo entre los distintos usuarios (sólo para el modo “adaptable”) y que se cumplan las condiciones necesarias asociadas a cada componente involucrado en el proceso de adaptación. Los elementos de este componente son:
  - *Herramienta de Votación*, que permite a los usuarios decidir si la adaptación debe realizarse; y
  - *Repositorio de Requisitos*, que almacena las condiciones necesarias que cada componente (de nuestra arquitectura) debe cumplir para que se pueda realizar una acción de adaptación sobre él. Si estas condiciones no se cumplen, no se podrá completar el proceso de adaptación y el sistema seguirá en el mismo estado en el que estaba antes de producirse el evento que disparó dicho proceso.

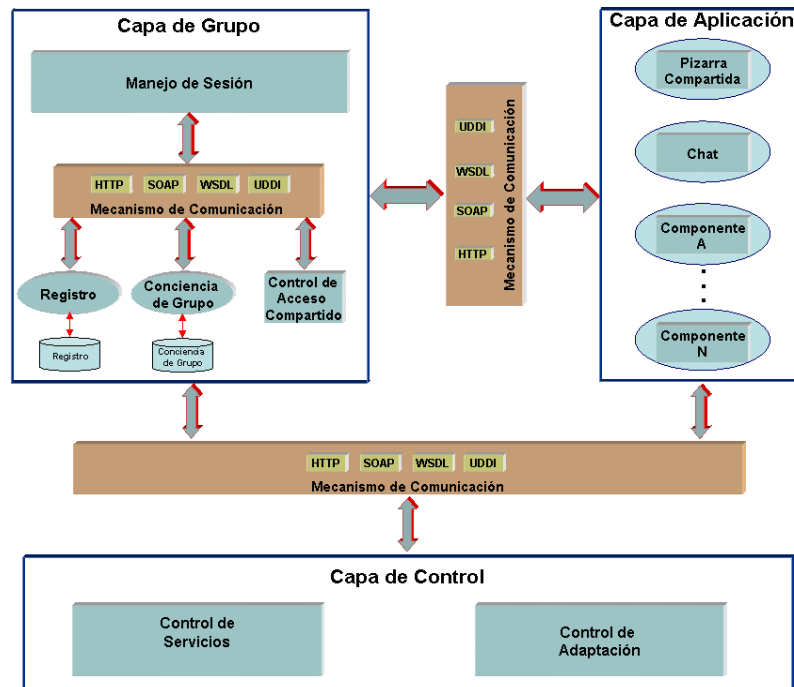


Figura 2. Arquitectura basada en servicios web para el desarrollo de aplicaciones colaborativas adaptativas y adaptables

■ **Adaptación:** coordina el proceso de adaptación y contiene los siguientes elementos:

- *Mecanismo de Acción*, que lleva a cabo las acciones implicadas en el proceso de adaptación.
- *Repositorio de Operaciones*, que almacena el conjunto de operaciones necesarias para realizar la correspondiente adaptación.

El proceso de adaptación incluye las siguientes fases:

- **Detección de eventos:** Esta fase (llevada a cabo por el Mecanismo de Detección) monitoriza cada evento que se produce en el entorno de ejecución del sistema y determina si dicho evento implica que se dispare un proceso de adaptación. Por esta razón se verifica si el evento se encuentra almacenado en el repositorio de Eventos de Adaptación. Si lo está, se obtienen los componentes del repositorio de Componentes de Adaptación que deberán ser modificados por el proceso de adaptación.
- **Acuerdo:** Esta fase consiste en un proceso de consenso, que se lleva a cabo sólo en el caso de que la sesión se gobierne por una política en la que todos los usuarios tengan el mismo estatus.

Por lo tanto, todos los usuarios tienen que alcanzar un acuerdo sobre si es adecuado llevar a cabo un determinado proceso de adaptación. Se pueden adoptar varias clases de acuerdo utilizando la Herramienta de Votación (tales como acuerdos basados en mayoría de votos, en un valor máximo o mínimo, etc.), cada uno de ellos se aplica a una situación específica. También en esta fase se obtienen las condiciones necesarias (las cuales están almacenadas en el repositorio de Requisitos) que deben cumplir los componentes del repositorio de Componentes de Adaptación relacionados con el correspondiente proceso de adaptación.

- **Acción:** Esta fase final de la adaptación, donde se llevan a cabo los cambios (acciones) correspondientes, verificando que las condiciones obtenidas en la fase de acuerdo se cumplan para evitar posibles inconsistencias en el entorno colaborativo. Por esta razón, en esta fase se ejecuta un conjunto de operaciones (almacenadas en el repositorio de Operaciones), que determinan las acciones que se deben realizar para que cada componente de la arquitectura involucrado sea adaptado.

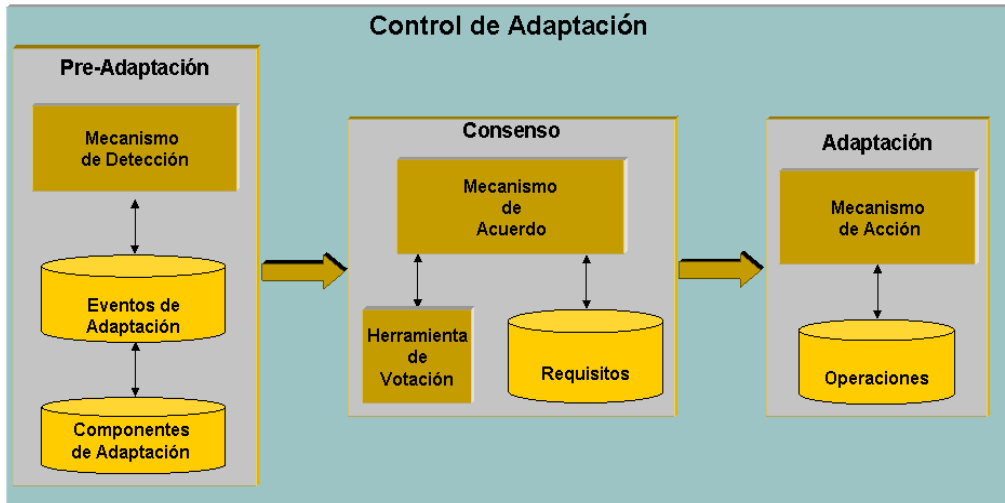


Figura 3. Esquema general del módulo de control de adaptación

#### 4. Aplicando el proceso de adaptación

En las siguientes subsecciones describimos los cambios correspondientes a dos ejemplos realizados usando el proceso de adaptación mencionado en la sección anterior. El primer ejemplo muestra qué pasa cuando un usuario deja una sesión (proceso adaptativo) y el segundo cuando el grupo cambia la política de manejo de sesión (proceso adaptable).

##### 4.1. Ejemplo de proceso adaptativo

Cuando un usuario deja una sesión, la aplicación colaborativa se adapta automáticamente a la nueva situación realizando lo siguiente en cada una de las fases anteriormente mencionadas:

- **Detección de eventos:** El Mecanismo de Detección descubre el evento *leave\_session()* y, como ese evento está almacenado en el repositorio de Eventos de Adaptación, consulta el repositorio de Componentes de Adaptación y obtiene los componentes que deben ser adaptados. En este caso son: los servicios Registro y Control de Acceso Compartido y el módulo de Manejo de Sesión (ver figura 2), los cuales se actualizan con la información de que existe un usuario menos conectado.

- **Acuerdo:** Esta fase no es necesaria, ya que los cambios son realizados de manera automática.
- **Acción:** Una vez que el evento se ha detectado y se han obtenido los componentes involucrados en este proceso de adaptación, esta fase lleva a cabo las siguientes acciones:
  - Eliminar el nombre del usuario del repositorio Registro (ver Figura 2).
  - Cerrar la conexión con el sitio del usuario.
  - Verificar el rol que el usuario estaba desempeñando y, si es necesario para la política de manejo de sesión actual, asignarle tal rol a otro usuario.
  - Verificar si el usuario que deja la sesión estaba realizando alguna tarea y/o utilizando recursos compartidos. En caso de que sea así, asignarle tales tareas y/o recursos compartidos a otro usuario, de acuerdo con la política de manejo de sesión en proceso.
  - Verificar si el usuario que deja la sesión estaba en lista de espera para usar algún recurso compartido; en tal caso, eliminar su nombre de esa lista.
  - Notificar a todos los usuarios la salida de dicho usuario.
  - Actualizar la interfaz de usuario de cada uno de los usuarios de la sesión, para que muestre la nueva situación.

## 4.2. Ejemplo de proceso adaptable

Ahora describiremos las acciones realizadas en cada fase de nuestro proceso de adaptación cuando se decide cambiar la política de manejo de sesión. Es un ejemplo de proceso adaptable, porque es el usuario o conjunto de usuarios quienes deciden cambiar dicha política.

- **Detección de eventos:** El Mecanismo de Detección descubre el evento *change\_policy()*, que se produce cuando el grupo decide cambiar el estilo organizacional del trabajo en grupo. Como dicho evento está almacenado en el repositorio de Eventos de Adaptación, consulta el repositorio de Componentes de Adaptación y obtiene que el módulo de Manejo de Sesión debe ser adaptado.
- **Acuerdo:** En este caso los usuarios determinan si desean cambiar la política de manejo de sesión, usando una herramienta de votación (si todos los usuarios tienen el mismo estatus) o por decisión del usuario con mayor estatus (en caso de ser una estructura jerárquica).
- **Acción:** Una vez detectado el evento y obtenidos los componentes involucrados en el proceso de adaptación, en esta fase se realizan las siguientes acciones:
  - Impedir que los usuarios que se vean afectados con el cambio de política realicen tareas momentáneamente, si bien esto sólo se aplicará cuando dichos usuarios hayan finalizado todas las tareas ya iniciadas.
  - Cambiar la política de manejo de sesión.
  - Asignar un rol a cada usuario, lo que determina sus derechos/deberes, así como su estatus dentro de la organización.
  - Asignar las tareas a cada usuario, así como los recursos que pueden usar.
  - Actualizar la interfaz de usuario de los usuarios conectados a la sesión, para que muestre la nueva situación.

## 5. Conclusiones y trabajos futuros

El principal propósito de este artículo ha sido la presentación de un proceso de adaptación, que permite que la aplicación colaborativa se adapte a los cambios dinámicos del grupo. Este proceso permite ajustar o transformar el sistema colaborativo automáticamente (proceso

adaptativo) y/o por intervención directa de los usuarios (proceso adaptable).

El proceso de adaptación se actúa sobre las políticas de manejo de sesión, que, además de definir la forma en que se organiza la estructura del grupo, permite cambiar en tiempo de ejecución dicha estructura, así como los elementos que la componen.

El trabajo futuro consistirá en definir más políticas de manejo de sesión, de tal manera que se integren en un catálogo de políticas, que permitan elegir la más adecuada respecto al trabajo colaborativo que se esté realizando. Además, nos proponemos completar el estudio de cada una de las acciones de adaptación, utilizando un ejemplo real de sistema colaborativo. A partir de éste, definiremos cómo dichas acciones afectan al sistema y cuándo y cómo se lleva a cabo la comprobación de las condiciones que nos llevan a realizar o no el proceso de adaptación.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto CICYT (TIN2004-08000-C03-02).

## Referencias

- [1] Anzures-García, M., Hornos, M.J., and Paderewski, P. Development of extensible and flexible collaborative applications using a web service-based architecture. LNCS, Springer-Verlag, 2007. (En prensa)
- [2] Beaudouin-Lafon, M. Beyond the workstation: Mediaspaces and augmented reality. In Proceedings of the Conference on People and computers IX, Vol. 9, pp. 9-18, 1994.
- [3] Brusilovsky, P., Schwarz, E., and Weber, G. Elm-art: An intelligent tutoring system on world wide web. In Proceedings of the Third International Conference on Intelligent Tutoring Systems. Springer-Verlag, pp. 261–269, 1996.
- [4] Burke, R.D., Hammond, K.J., and Young, B.C. The find me approach to assisted browsing. IEEE Expert, Vol. 12-4, pp. 32–40, 1997.
- [5] Dewan, P., and Choudhary, R. Coupling the user interfaces of a multiuser program. ACM

- Transactions on Computer Human Interaction, Vol. 2-1, pp. 1–39, 1995.
- [6] Dommel, H.P., and Garcia-Luna-Aceves, J.J. Floor control for multimedia conferencing and collaboration. *ACM Multimedia*, Vol. 5-1, pp. 23-38, 1997.
- [7] Edwards, W.K. Policies and roles in collaborative applications. In *Proceedings of the ACM Conference on CSCW*, pp. 11–20, 1996.
- [8] Edwards, W.K. Session management for collaborative applications. In *proceedings CSCW*, pp. 323-330, 1994.
- [9] Ellis, C.A., and Gibbs, S.J. Concurrency control in groupware systems. In *proceedings ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, pp. 399-407, 1989.
- [10] Ellis, C.A., Gibas, S.J., and Rein, G.L. Groupware: some issues and experiences. *Communications of the ACM*, Vol. 34-1, pp. 39-58, 1991.
- [11] Fitzpatrick, G., Kaplan, S.M., and Mansfield, T. Physical spaces, virtual places and social worlds: A study of work in the virtual. In *Proceedings CSCW*, pp. 334-343, 1996.
- [12] Fitzpatrick, G., Kaplan, S.M. and Tolone, J. Work, locales and distributed social worlds. In *Proceedings ECSCW*, pp. 1-16, 1995.
- [13] García, P., and Gómez, A.: ANTS Framework for Cooperative Work Environments. *IEEE Computer Society Press*, Vol. 36-3, pp. 56-62, 2003.
- [14] Gaudio, E., and Boticario, J.G. User data management and usage model acquisition in an adaptive educational collaborative environment. *LNCS, Springer-Verlag*. Vol. 2347, pp. 143–152, 2002
- [15] Greenberg, S., and Marwood, D. Real time groupware as a distributed system: Concurrency control and its effect on the interface. In *Proceedings of the ACM Conference on CSCW*, pp. 207–217, 1994.
- [16] Hiltunen, M.A., and Schlichting, R.D. Adaptive distributed and fault-tolerant systems. *International Journal of Computer Systems and Engineering*, Vol. 11-5, pp. 125-133, 1995.
- [17] Kaplan, S.M., and Carroll, A.M. Supporting collaborative processes with conversation builder. *Computer Communications*, Vol. 15-8, pp. 489-501, 1992.
- [18] Lee, J.H., Prakash, A., Jaeger, T., and Wu, G. Supporting multiuser, multiapplet workspaces in CBE. In *Proceedings of the ACM Conference on CSCW*, pp. 344–353, 1996.
- [19] Marsic, I. An architecture for heterogeneous groupware applications. In *Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering*, pp. 475-484, 2001.
- [20] Marsic, I., Krebs, A., Dorohonceanu, B., and Tremaine, M. et al. Designing and examining PC-to-Palm collaboration. In *Proceedings 35th Hawaiian International Conference on System Sciences*, Vol. 1-1, pp.47-56, 2002.
- [21] Medina, N., García-Cabrera, L., Torres-Carbonell, J.J., and Parets-Llorca, J. Evolution in adaptive hypermedia systems. In *Proceedings of the Conference Principles of Software Evolution*, pp. 34-38, 2002.
- [22] Rajan, S., Venkat, R.P., and Vin, H.M. A formal basis for structured multimedia collaborations. In *Proceedings of the 2nd IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems*, pp. 194-201, 1995.
- [23] Roseman, M., and Greenberg, S. Building real time groupware with GroupKit, a groupware toolkit. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, Vol. 3-1, pp. 66-106, 1996.
- [24] Shen, H., and Dewan, P. Access control for collaborative environments. In *Proceedings of the ACM Conference on CSCW*, pp. 51-58, 1992.
- [25] Sloman, M. Policy driven management for distributed systems. *Journal Network System Management*, Vol. 2-3, pp. 33-60, 1994.
- [26] Venkat R.P., and Vin, H.M. Multimedia conferencing as a universal paradigm for collaboration. In L. Kjeldahl (ed.), *Multimedia: Systems, Interaction and Application*, 1st Eurographics Workshop, Springer-Verlag, pp. 173-185, 1991.