

SISTEMA DE MENSAJERÍA INSTANTÁNEA

Pablo S. García¹ Omar E. Silva² Jorge R. Ardenghi³

Laboratorio de Investigación en Sistemas Distribuidos
Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad Nacional del Sur
Avda. Alem 1253
Bahía Blanca
Argentina

Resumen

Este trabajo trata sobre el desarrollo de un sistema de mensajería instantánea, el cual se centra en el manejo distribuido de grupos de usuarios.

El método propuesto para manejo de grupos posee varias características distintivas como son, la no existencia de un moderador por cada grupo, permitiendo que cualquier usuario abandone el grupo en cualquier momento sin poner en peligro la existencia del mismo, y la ausencia de un servidor ante el cual autenticarse cada vez que se desea entrar en conversación con alguien, lo que permite que se establezca una comunicación más directa con la persona con la cual se desea conversar.

Palabras Claves: Sistemas Distribuidos, Grupos de Comunicación, Comunicación de Grupos, Mensajería Instantánea, Aplicaciones Intranet.

Introducción

En pleno auge de esta era de las comunicaciones, a través de las redes de computadoras, y especialmente Internet, se ponen a disposición de las personas varias alternativas para establecerlas; entre ellas se destacan los servicios de mail, chat, mensajería instantánea, video conferencia, y telefonía IP.

La existencia de estas alternativas delinea una evolución determinada por la tecnología disponible, la cual siempre ha sido impulsada por la necesidad imperante de la comunicación.

Una de las características que diferencia al más antiguo de estos sistemas, como lo es el correo electrónico, de los demás, es la inmediatez en las comunicaciones; si bien el correo electrónico permite el envío de mensajes, no es posible establecer una comunicación en tiempo real, mientras que los demás sistemas sí brindan esta característica.

¹ e-mail: garciapa@ns1.uns.edu.ar

² e-mail: sindar@impsat1.com.ar

³ e-mail: jra@cs.uns.edu.ar

Dentro de los sistemas que permiten una comunicación en tiempo real podemos establecer una diferencia entre los sistemas de chat tradicionales y el resto; ya que los sistemas de chat están diseñados para brindar lugares de encuentro entre personas, a los cuales las mismas acuden si desean comunicarse con otros, y no brindan la posibilidad de establecer una comunicación directa con otras personas. Por el otro lado vemos que los sistemas de mensajería instantánea, telefonía IP y video conferencia sí permiten la comunicación directa entre dos o más personas, semejándose al funcionamiento de las comunicaciones telefónicas.

A primera vista, los sistemas de video conferencia aventajarían a los demás debido a que permiten la forma de comunicación más completa, en el sentido de que permiten ver y oír a la persona con la cual nos estamos comunicando; sin embargo, estos sistemas poseen ciertas desventajas con respecto a la mensajería instantánea, entre las cuales podemos mencionar el hecho de que es costosa y de que muchas veces su calidad deja mucho que desear. Como ventaja, los sistemas de mensajería instantánea son más rápidos en las comunicaciones y requieren de menos recursos para funcionar.

Nuestro foco de atención ha sido la mensajería instantánea debido a que este tipo de sistemas permite una comunicación en tiempo real entre dos o más personas permitiendo que las mismas se vinculen entre sí ya sea desde su lugar de trabajo o desde su hogar. Vemos así que la mensajería instantánea juega un rol preponderante tanto en el ámbito de los negocios como en el ámbito personal.

Actualmente, existen dos tipos de sistemas de mensajería instantánea, los públicos y los privados. Entre los públicos podemos mencionar a Instant Messenger AOL, ICQ, MSN Messenger, PowWow y a Yahoo! Messenger. Por el lado de los privados se destacan el ICQ Groupware, Lotus Sametime y el PowWow for Private Networks. Mientras que la mensajería instantánea pública es una opción de bajo costo, esta no permite controlar el acceso al servicio, opción que sí brindan los servicios privados.

Más allá de las diferencias existentes entre estos sistemas, estos comparten una misma característica; la existencia de un servidor en el cual se almacena la lista de los usuarios del sistema. Dicha característica le da la posibilidad de informarle a un usuario, cuándo un usuario de su lista de contactos está en línea.

El sistema de mensajería instantánea propuesto, pensado para funcionar en una red LAN en donde cada máquina posee una dirección IP asignada (de forma fija o dinámica), al igual que los anteriores, permite la comunicación en tiempo real entre dos o más personas, pero a diferencia de los demás no utiliza servidor alguno para el mantenimiento de listas de los usuarios u otros datos del sistema. Esta forma de funcionamiento, si bien no permite determinar si un dado usuario perteneciente a la lista de contactos está en línea o no, le da mayor robustez al sistema ya que el mismo no depende del buen funcionamiento de un servidor.

Con este sistema, para poder establecer una comunicación, el usuario debe utilizar la dirección IP o nombre del host con el cual desea comunicarse de forma de poder entablar una conversación con otra persona.

Las conversaciones que se pueden entablar con este sistema pueden ser entre dos personas o entre dos o más personas, estableciendo lo que se denomina grupo de conversación.

A diferencia de otros sistemas, no existe un moderador para los grupos de conversación; cada vez que un nuevo participante desea unirse a un grupo de conversación, la responsabilidad de dejarlo ingresar o no recae sobre el miembro del grupo que recibió el pedido de ingreso. Esto permite que ingresen nuevos miembros o se retiren los existentes de forma dinámica, sin necesidad de que uno de ellos deba permanecer constantemente en el grupo como moderador del mismo.

Antes de comenzar con la descripción del protocolo sobre el cual se basa nuestro sistema, mencionaremos algunos aspectos más del mismo.

El sistema que se describe permite la comunicación entre dos o más usuarios a través de grupos de conversación los cuales se administran de forma distribuida; esto implica la no existencia de un servidor central ante el cual deban registrarse los usuarios para poder comunicarse entre sí.

Otro aspecto distintivo es la característica dinámica de los grupos de conversación, los cuales existen mientras haya dos o más usuarios conversando en ellos y dejan de existir cuando queda un solo usuario. Este comportamiento contrasta con los sistemas tradicionales de chat, y refleja el modelo en el cual se basa, que es el de una conversación o conferencia telefónica.

Como ya lo mencionamos, hemos desarrollado un protocolo que permita el comportamiento, descrito anteriormente, del sistema; el cual pasaremos a detallar en base a sus componentes y la interacción entre los mismos.

Protocolo Para Grupos de Conversación Distribuidos

Componentes del Protocolo

Para poder describir el protocolo es necesario especificar previamente un conjunto de elementos que el mismo utiliza en su funcionamiento.

Los ***nodos de conversación*** (*nodos*) son los extremos entre los cuales se establecen las comunicaciones; éstas son llevadas a cabo dentro del contexto de los denominados ***grupos de conversación***.

Se entiende por ***grupo de conversación*** a un conjunto de nodos que están comunicándose entre sí, el mismo no posee un nombre o denominación universal; sin embargo está representado en cada nodo a través de un ***grupo***, el cual tiene un nombre explícito que puede ser distinto en cada nodo.

A cada uno de los miembros de un ***grupo*** se lo denomina ***participante***.

Los participantes se comunican entre sí intercambiando ***mensajes***.

Otro elemento importante dentro del protocolo es el ***nodo coordinador*** (*coordinador*); éste es un participante distinguido dentro de un ***grupo de conversación*** ya que centraliza y serializa el ingreso de los demás ***nodos*** al mismo.

Descripción de las Componentes del Protocolo

Nodo:

Además de ser un extremo de una conversación, un nodo permite crear, mantener y destruir grupos, así como establecer la comunicación con otros nodos. Físicamente, está asociado a una computadora direccionable unívocamente dentro de una red.

Grupo de conversación:

Respecto de la cardinalidad de los grupos de conversación existen dos tipos de grupos. Los *grupos privados* son aquellos que permiten establecer una conversación únicamente entre dos nodos. Los *grupos públicos* admiten dos o más nodos.

Grupo:

Así como el nodo mantiene a los grupos, un grupo mantiene a los participantes. Un grupo es el lugar al cual llegan y desde el cual parten los mensajes que se envían los participantes. Los grupos se discriminan por sus integrantes y por su tipo (público o privado).

Participantes:

Cada participante representa un nodo distinto dentro de un grupo y se encarga de enviar y recibir mensajes desde y hacia ese nodo.

Mensajes:

Existen dos tipos de mensajes, los *mensajes de control* y los *mensajes de conversación*. El primer tipo de mensajes se utiliza para el establecimiento y la terminación de las comunicaciones, mientras que el segundo tipo es el medio a través del cual se lleva a cabo la conversación propiamente dicha.

Mensajes de control:

- *petición de conexión*: mensaje enviado por un nodo que desea establecer una comunicación con otro nodo de la red.
- *respuesta*: mensaje enviado por el nodo contactado al nodo solicitante de la comunicación. Hay varios tipos:
Sí, No, Contestador, Derivación, GrupoDesconectado, GrupoNoActualizado.
- *liberación de conexión*: mensaje enviado por un participante cuando quiere abandonar un grupo.
- *ingreso automático al coordinador*: mensaje enviado por un nodo que desea establecer una comunicación con un grupo de conversación ya existente de dos o más nodos (conexión pública). Es enviado por un nodo, como consecuencia de la recepción de un mensaje de respuesta de tipo Derivación, al coordinador. Este mensaje recibe siempre un mensaje de respuesta de tipo Sí del coordinador del grupo.
- *ingreso automático a pares*: mensaje enviado luego de recibir por parte del nodo coordinador la lista de miembros del grupo de conversación para establecer las conexiones con cada uno de ellos. La respuesta a este mensaje puede ser Sí, GrupoDesconectado o GrupoNoActualizado.
- *actualización de lista*: mensaje enviado por un coordinador de grupo de conversación a todos los miembros del grupo de conversación luego de recibir un mensaje de petición de conexión o de ingreso automático al coordinador, y antes de enviar al nuevo miembro la lista de los participantes para que este establezca las conexiones con ellos.

Coordinador:

Es el nodo con el cual se comunican todos los demás nodos que desean ingresar al grupo, del cual él es el coordinador.

Funcionamiento del Protocolo

Descripción del establecimiento de un grupo de conversación (caso general)

Para crear un grupo de conversación entre dos nodos cualesquiera, uno de ellos debe enviarle al otro un mensaje de *petición de conexión* en el cual se le indica si desea que el grupo sea público o privado.

El nodo que recibe esta petición puede decidir rechazarla (mensaje de respuesta tipo *No*) o aceptarla; en este caso debe escoger un grupo existente en el cual volcar la conversación, o crear un grupo nuevo para la misma. Si acepta la petición envía una respuesta tipo *Sí*, y en caso de haber elegido uno existente informa también los miembros que forman parte del grupo.

Si el nodo receptor de la petición elige un grupo del cual no es el coordinador, envía una respuesta de tipo *Derivación* en vez de una respuesta de tipo *Sí*.

Si la respuesta recibida es de tipo *Derivación*, el nodo intentará comunicarse con el coordinador del grupo de conversación, eligiendo para ello al primer miembro de la lista con el que se pueda establecer una comunicación, enviando un mensaje de *ingreso automático al coordinador*. El coordinador responde automáticamente que *Sí*, y se encarga de avisar a los participantes del grupo acerca del ingreso del nuevo participante, enviando mensajes de *actualización de lista* a cada uno de ellos.

Una vez que el nodo inicial recibe la respuesta *Sí*, utilizará la lista de miembros adjunta para generar el grupo. En caso de que esta contenga más de dos miembros se enviará un mensaje de *ingreso automático a pares* a cada uno de ellos para poder establecer la comunicación con cada uno.

Una vez creado el grupo en dicho nodo, los participantes del mismo pueden comenzar a intercambiar *mensajes de conversación*.

Durante su existencia, el grupo, podrá crecer o disminuir en su cantidad de participantes, desapareciendo al momento en el que esta cantidad llegue a ser menor a dos participantes.

Cada vez que un nodo desea abandonar un grupo de conversación lo hace a través del envío de mensajes de *liberación de conexión* a cada uno de los nodos que forman parte del grupo de conversación.

Tanto para el envío de los mensajes de *conversación* como de *liberación de conexión* se utiliza un multicasting no confiable⁴, debido a que no se espera un acknowledge por cada mensaje enviado.

Este multicasting también posee la característica de ser no atómico.

Aspectos fundamentales del protocolo

El funcionamiento distribuido de los grupos de conversación se sustenta principalmente en la existencia del coordinador y el método de elección del mismo, el cual está pensado para minimizar el flujo de mensajes en la red.

⁴ Ver definición en [6] Distributed Systems, Concepts and Design 2nd edition (George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg) – Chp. 11.5 Process groups and ISIS. [10] The Process Group Approach to Reliable Distributed Computing

Antes de continuar daremos una definición más formal de grupo. Un conjunto de n nodos se denomina grupo de conversación si:

- Existe sólo una conexión entre cada par de nodos.
- La cantidad de conexiones entre los n nodos es el número combinatorio C_2^n .

La definición anterior nos da una noción estática de grupo de conversación, es decir, un grupo en el cual no hay nodos intentando ingresar.

El nodo que desee ingresar a un grupo de conversación debe hacerlo a través de una operación de ingreso al mismo; esta operación debe garantizar que luego de su ejecución el grupo quede en un estado consistente. Una precondition para la ejecución de esta operación es que el nodo ingresante no esté ya en comunicación, dentro de un grupo del mismo tipo del que se desea crear (Privado o Público), con alguno de los miembros del grupo; es decir, no se permite que dos nodos se encuentren en más de un grupo de conversación del mismo tipo.

Se dice que un grupo de conversación alcanza un estado *consistente* luego de que un nodo ingresante termina de establecer todas las conexiones con los miembros preexistentes del mismo. Entendiendo por preexistentes a todos los nodos que estaban en el grupo, más todos aquellos que intentaron ingresar al grupo con anterioridad y tuvieron éxito.

Cada vez que un nodo desea ingresar a un grupo de conversación debe hacerlo a través de una operación de ingreso al grupo, la cual debe dejar al mismo en un estado consistente; es por esto que podemos considerar a dicha operación como una transacción, es decir, esta operación debe llevar al grupo de un estado consistente a otro.

Para poder determinar, al momento del ingreso al grupo de conversación, los miembros preexistentes del mismo, necesitamos un nodo coordinador; el cual dentro del grupo mantiene una lista actualizada (ordenada por orden de petición de ingreso) de todos los nodos que son miembros o desean ingresar al grupo de conversación.

El coordinador permite la ejecución de la sección crítica de la transacción de ingreso al grupo de forma atómica (en exclusión mutua).

Composición de la transacción de ingreso a un grupo de conversación:

La transacción de ingreso se compone de tres secciones, siendo la intermedia la sección crítica:

- Sección de entrada: desde que se arma el mensaje de petición de conexión hasta antes de que llegue el mensaje al coordinador (puede ser que se haya transformado en un mensaje de ingreso automático, previa derivación).
- Sección crítica: desde que el coordinador recibe el mensaje de petición o ingreso automático, hasta que envía el mensaje de respuesta Sí (previamente, se envía a todos los nodos miembros del grupo el mensaje de actualización de lista).
- Sección de salida: desde que el nodo recibe la respuesta Sí del coordinador hasta que termina de establecer las conexiones con los miembros que figuran en la lista enviada por el coordinador (*piggybacked*⁵ con la respuesta Sí).

⁵ Si bien el termino *piggybacking* se utiliza para el envío de acknowledgements junto con frames de datos en ciertos protocolos, aquí se utiliza para expresar que se envía información referente al grupo de conversación junto con un mensaje de respuesta.

Contando con que la ejecución de la sección crítica se realiza atómicamente, cualquier planificación concurrente de las secciones (y aún desglosando las secciones de entrada y salida) será serializable, es decir, equivalente a una planificación serial.

Para completar la descripción de la transacción detallaremos el funcionamiento de la última de sus secciones.

Una vez recibida la respuesta *Sí* por parte del coordinador, el nodo debe establecer las conexiones con cada uno de los miembros de la lista adjunta con la respuesta. Para realizar esto envía mensajes de *ingreso automático a pares* a cada miembro; en caso de no poder establecer comunicación, para poder enviar el mensaje, con alguno de ellos simplemente lo elimina de la lista (recordar el supuesto de que si un nodo se desconecta por alguna razón del grupo, cada uno de sus miembros se notificará de ello eliminándolo de la lista de miembros del grupo).

Luego de enviar los mensajes de ingreso automático a pares, el nodo espera un tiempo determinado por la correspondiente respuesta de cada uno de los miembros del grupo; estas respuestas pueden ser: *Sí*, *GrupoDesconectado*, *GrupoNoActualizado*.

Luego de terminado el tiempo de espera se analizan las respuestas de los demás nodos del grupo, en caso de que alguno de los nodos haya respondido *GrupoNoActualizado* la operación de ingreso al grupo será no exitosa, y por lo tanto se enviarán mensajes de *LiberaciónDeConexion* a cada uno de los nodos contactados para que estos puedan actualizar sus listas, y de esa forma asegurar la atomicidad de la transacción.

Si todas las respuestas fueron *Sí*, *GrupoDesconectado*, o una combinación de ambas; la operación de ingreso al grupo terminó con éxito.

Método de elección del coordinador:

Antes de describir el método, es importante aclarar que el mismo utiliza el supuesto de que, cuando por algún problema en la red un nodo se desconecta este hecho es detectado por todos los demás nodos del grupo de conversación, generando en cada uno de ellos, la eliminación, en la lista de miembros, del nodo que se desconectó.

El método de elección del nuevo coordinador requiere de la existencia, en cada grupo de cada nodo, de la lista de miembros del grupo de conversación; las cuales deben tener a los miembros del grupo en el mismo orden, en cada uno de los nodos.

Una vez satisfechas estas condiciones el método consiste en elegir como nuevo coordinador al primer miembro de la lista, con lo cual si el coordinador actual (primer miembro de la lista) abandona el grupo, luego de eliminarlo de la lista quedará como nuevo coordinador el miembro que le siga en orden, dentro de la lista, y esté conectado al grupo de conversación.

Cabe destacar que a diferencia de los métodos de elección tradicionales (Bully Algorithm, Ring Algorithm)⁶, este no requiere que el sistema entre en un estado en el cual la única operación que realiza es la de elección y donde debe permanecer hasta que la misma concluya; ya que la elección se realiza de forma independiente en cada nodo sin la necesidad de pasaje de mensajes entre los mismos, característica ésta que lo hace adecuado para soportar el dinamismo de los grupos de conversación.

⁶ Ver estos algoritmos en [1] Operating System Concepts 5th Edition (Silberschatz, Galvin), [7] Elections in a Distributed Computing System, [8] Electing a Leader in a Synchronous Ring, [9] Electing "Good" Leaders

A modo de comparación, se puede consultar en la bibliografía⁷, la descripción de una implementación de un servicio para grupos de procesos, el cual utiliza varios conceptos y mecanismos similares a los aquí descritos. También se puede encontrar⁸ un modelo simplificado de comunicación entre pares aplicado a un sistema de mensajería. Se hace difícil establecer una comparación precisa entre el protocolo descrito en este trabajo y los protocolos de los sistemas comerciales, debido a que de estos últimos no se brinda información de sus protocolos a nivel público. Sin embargo, en el RFC 2778 (A Model for Presence and Instant Messaging. M. Day, J. Rosenberg, H. Sugano. February 2000) se encuentra la descripción de un modelo con el cual comparar el de este trabajo.

Conclusión

En este trabajo hemos descrito un sistema de mensajería instantánea que permite establecer la comunicación entre dos o más personas de la forma más directa posible (utilizando la dirección IP o nombre de la máquina en donde se encuentra la persona con la cual deseamos comunicarnos), realizando, además, un manejo distribuido de los grupos de conversación evitando de esta manera la utilización de un servidor para el mantenimiento de todos los usuarios del sistema contra el cual cada uno deba autenticarse al momento de establecer una comunicación.

Este sistema utiliza la comunicación en grupos de pares a través de un multicasting no confiable para la interacción entre los miembros.

Actualmente se encuentra en etapa de prueba una implementación del sistema para la cual se utilizó el lenguaje Java debido a la portabilidad que brinda.

Para el establecimiento de las comunicaciones se utilizan los sockets provistos por Java que funcionan sobre TCP/IP lo cual permite el correcto funcionamiento del protocolo, dado que TCP es un protocolo orientado a conexión; lo cual garantiza que la entrega de los mensajes se hace en el mismo orden en el que fueron enviados, siendo este un requisito fundamental para el funcionamiento del método de elección del nuevo coordinador.

Como futuras extensiones para la eliminación de ciertas limitaciones del sistema podemos mencionar:

- Implementación de una lista de contactos con información respecto del nombre de la persona y las direcciones IP en donde la misma puede ser encontrada.
- Desarrollo de un servidor para el mantenimiento de una lista de usuarios que voluntariamente deciden poner a disposición su nombre y dirección IP de forma que otros usuarios puedan comunicarse con ellos. Este servidor también puede ser utilizado para que el usuario, si así lo desea, informe de su presencia en línea. Cabe destacar que la existencia de este servidor no es una condición necesaria para el funcionamiento del sistema.
- Desarrollo de un proxy server que soporte el protocolo del sistema y permita, a usuarios que se encuentran detrás del proxy, comunicarse con usuarios externos al proxy y viceversa.
- Implementación de alguna forma de encriptación de los mensajes que los usuarios intercambian.

⁷Ver definición en [6] Distributed Systems, Concepts and Design 2nd edition (George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg) – Chp. 11.5 Process groups and ISIS.

⁸ [11] OSF DCE, Guide to Developing Distributed Applications – Chp. 21 The Peer-to-Peer Server.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Silberschatz, P. Galvin, “*Operating System Concepts*”, 5th edition, Addison-Wesley.1998
- [2] A. Silberschatz, H. Korth, S. Sudarshan. “*Database Systems Concepts*”, 3rd edition, McGraw-Hill.1999.
- [3] D. Comer, “*Internetworking With TCP/IP Volume 1: Principles Protocols, and Architecture*”, 3rd edition, Prentice Hall.1995.
- [4] D. Comer, “*Internetworking With TCP/IP Volume III: Client-Server Programming and Applications, BSD Socket Version*”, 2nd edition, Prentice Hall.1997
- [5] A. Tanenbaum, “*Computer Networks*”, 3rd edition, Prentice Hall.1996
- [6] G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, “*Distributed Systems: Concepts and Design*”, 2nd edition, Addison-Wesley.1994
- [7] Garcia, H. Molina, “*Elections in a Distributed Computing System*”, IEEE Trans. on Computers, vol.31, pp.48-59, Jan. 1992
- [8] N. Fredrickson, N. Lynch, “*Electing a Leader in a Synchronous Ring*”, Journal of the ACM, vol.34, pp.98-115, Jan. 1987
- [9] S. Singh, J. Kurose, “*Electing ‘Good’ Leaders*”, Journal of Parallel and Distributed Computing, vol.21, pp.184-201, May 1994
- [10]K. P. Birman, T. Joseph, “*The Process Group Approach to Reliable Distributed Computing*”, Communications of the ACM, vol.36, pp.36-53, Dec. 1993
- [11]Harold W. Lockhart, Jr., “*OSF DCE Guide to Developing Distributed Applications*”, Mc. Graw Hill, 1994.