

# Coordinación y Sincronización en Redes Inalámbricas

Karina M. Cenci \* Jorge R. Ardenghi \*\*

Laboratorio de Investigación en Sistemas Distribuidos  
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación  
Universidad Nacional del Sur

## Resumen

Las aplicaciones distribuidas están formadas por un conjunto de procesos, algunos de ellos pueden ser cooperativos. Un proceso cooperativo es aquel que puede afectar o ser afectado por otros procesos que se encuentran en ejecución en el sistema.

Las aplicaciones distribuidas se utilizan para realizar trabajos en los cuales un grupo de procesos interactúan para resolver un problema, para acceder a recursos que se pueden utilizar en forma exclusiva o compartida. Para el desarrollo de aplicaciones es necesario contar con mecanismos que ordenen el acceso a los mismos. Los mecanismos para asegurar el ordenamiento en la ejecución de procesos son: sincronización, exclusión mutua en las secciones críticas, asignación de recursos.

Éstas aplicaciones se pueden encontrar en diferentes tipos de redes, esto es, redes que son fijas o redes móviles.

El proyecto se basa en el análisis, adaptación y búsqueda de alternativas de algoritmos distribuidos que soporten exclusión mutua o cooperación entre procesos que se puedan utilizar en redes inalámbricas (ad hoc).

---

\* e-mail: [kmc@cs.uns.edu.ar](mailto:kmc@cs.uns.edu.ar)

\*\* e-mail: [jra@cs.uns.edu.ar](mailto:jra@cs.uns.edu.ar)

## Características de la red

Las redes pueden ser cableadas o sin cable (wireless). Las redes móviles wireless pueden clasificarse en dos grandes categorías:

- Redes celulares (celular network)
- Redes *ad hoc*

Las redes celulares se caracterizan a través de un fijo y cableado gateways (estaciones base), las cuales son responsables del ruteo del mensaje.

Las redes *ad hoc* no tienen una infraestructura fija y todos los nodos/sitios son capaces de moverse, las cuales determinan la conectividad de la red. Los nodos *ad hoc* pueden comunicarse solo directamente con los nodos que están inmediatamente dentro de su rango de transmisión. Para comunicarse con otros nodos, un nodo intermedio es utilizado para propagar al nodo destino. Los nodos necesitan cooperar en orden de mantener la conectividad y cada nodo actúa como un router.

Las características de un sistema *ad hoc* son la auto-organización, verdaderamente descentralizado, y altamente dinámico. Estas características favorecen el desarrollo de aplicaciones de interés como son conferencias, encuentros (meeting), comunicación wireless entre vehículos en movimiento.

## Exclusión Mutua

Un buen algoritmo de exclusión mutua debe garantizar las siguientes propiedades:

- Exclusión mutua
- Libre de interbloqueo
- Libre de inanición

Son las condiciones necesarias para resolver el problema de exclusión mutua tradicional. En la extensión de *k*-exclusión mutua, se debe considerar que *k* procesos pueden acceder simultáneamente a la sección crítica (al recurso) y en el caso de exclusión mutua para grupos que se optimice la concurrencia en la sección crítica.

Todos los algoritmos de exclusión mutua realizan un ciclo, esto es, inicialmente están en la sección resto (cuando no están interesados en acceder al recurso), sección de entrada (cuando están ejecutando el protocolo para acceder al recurso), sección crítica (cuando están utilizando el recurso), sección salida (cuando se libera el uso del recurso) y nuevamente a la sección resto.

Los algoritmos de exclusión mutua se los puede clasificar en: *basados en memoria compartida* ó *basados en pasaje de mensaje*. La última clasificación se los puede dividir en los *basados en quorum* ó *basados en token*.

En los distintos modelos se quiere alcanzar un buen desempeño del mismo, y este está relacionado con la cantidad de accesos a memoria, la cantidad de mensajes requeridos para acceder a la sección crítica. Pero también es importante considerar los procesos que puedan estar compitiendo en un instante de tiempo, las fallas de un link o de un nodo.

En [4], [5], [6], [7], [10] se presentan algoritmos que utilizan el modelo de memoria compartida para resolver las diferentes extensiones al problema de exclusión mutua, y en [8],[11], [12], [13], [14], [15], [16] se resuelve el problema utilizando el modelo de pasaje de mensajes. Algunos algoritmo han tenido una mayor influencia en la investigación sobre este tema, como por ejemplo el algoritmo diseñado por Maekawa [13] ha sido considerado en la investigación de algoritmos basados en quorum y ha sido comparado con los algoritmos basados en token.

## Desarrollo del Proyecto

Desde hace un tiempo se ha empezado a diseñar equipos de computadoras y otros dispositivos que se pueden comunicar a través de redes inalámbricas (wireless), en este tipo de equipos la movilidad será constante, por ende, el diseño de la red no será estático.

La topología de la red va a influir en la elección de un algoritmo de exclusión mutua tanto para el caso tradicional, para la extensión a  $k$  recursos o exclusión mutua de grupos.

En las redes inalámbricas (wireless), existen frecuentes e impredecibles cambios en la topología, limitados por el suministro de energía, y demoras altamente variables en los mensajes. En este ambiente, los algoritmos basados en token son una mejor elección para redes ad hoc dinámicas, porque requiere menor comunicación directa entre los procesos.

En [22], [23], [24] y otros se presentan algoritmos que garanticen exclusión mutua teniendo en cuenta esta topología, esto significa, que si se pierde un vínculo entre dos nodos (procesos) realiza las acciones necesarias para adaptarse a la pérdida de los mismos.

Se está trabajando actualmente en el análisis y búsqueda de variaciones al problema de exclusión mutua para grupos de procesos, utilizando el modelo de memoria compartida distribuida y en el modelo de pasaje de mensajes considerando una topología de red cableada. La idea es extender el estudio de la problemática de  $k$ -exclusión mutua para grupos a redes inalámbricas, considerando inicialmente  $k=1$ .

## Referencias

- [1] R. Baldoni, A. Virgillito, R. Petrassi. A Distributed Mutual Exclusion Algorithm for Mobile Ad-Hoc Networks *Seventh International Symposium on Computers and Communications (ISCC'02) July 01 - 04, 2002*
- [2] C. Basile, M.-O. Killijian, D. Powell. A Survey of Dependability Issues in Mobile Wireless Networks. February 21, 2003. *Technical Report, LAAS CNRS Toulouse, France 2003.*
- [3] M. Benchaïba , A. Bouabdallah , N. Badache , M. Ahmed-Nacer. Distributed mutual exclusion algorithms in mobile ad hoc networks: an overview, *ACM SIGOPS Operating Systems Review, v.38 n.1, p.74-89, January 2004.*
- [4] K. Cenci, J. Ardenghi. Exclusión Mutua en la Implementación Memoria Compartida Asincrónica. *VI Congreso Internacional de Ingeniería Informática, ICIE 2000*, 26 al 28 de Abril 2000 - Facultad de Ingeniería - UBA.
- [5] K. Cenci, J. Ardenghi. Sobre Algoritmos Distribuidos de Exclusión Mutua para n procesos. *CACIC 2000.*
- [6] K. Cenci, J. Ardenghi. *Exclusión Mutua para Coordinación de Sistemas Distribuidos.* CACIC 2001.
- [7] K. Cenci, J. Ardenghi. *Algoritmo para Coordinar Exclusión Mutua y Concurrencia de Grupos de Procesos* CACIC 2002.
- [8] K. Cenci, J. Ardenghi. *Exclusión Mutua en Grupos de Procesos a través de Mensajes* CACIC 2003.
- [9] Y. Chen, J. L. Welch Self-Stabilizing Mutual Exclusion Using Tokens in Mobile Ad Hoc Networks. Technical Report 2002-4-2. April 23, 2002. [http://www.cs.tamu.edu/academics/tr/tamu-cs-tr-2002-4-2.](http://www.cs.tamu.edu/academics/tr/tamu-cs-tr-2002-4-2)
- [10] Y. J. Joung. *Asynchronous Group Mutual Exclusion (extended abstract)*. In Proc. 17 th. ACM PODC, Junio 1998.
- [11] Y. J. Joung. The Congenial Talking Philosophers Problem in Computer Networks (extended abstract). *In Proc. 13th International Symposium on Distributed Computing, 1999.*
- [12] Y. J. Joung. Quorum-Based Algorithms for Group Mutual Exclusion. *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, Mayo 2003.*

- [13] M. Maekawa. *A  $\sqrt{N}$  Algorithm for Mutual Exclusion in Decentralized Systems*. ACM Transactions on Computer Systems, Mayo 1985.
- [14] Y. Manabe, R. Baldoni, M. Raynal, S. Aoyagi. k-Arbiter: A safe and general scheme for h-out of-k mutual exclusion. *Theoretical Computer Science*, Vol. 193, No. 1-2, pp 97-112, Febrero 1998.
- [15] Y. Manabe, N. Tajima. *(h,k)-arbiters for h-out of-k Mutual Exclusion Problem*.
- [16] M. Mizuno, M. Neilsen, R. Rao. A Token Based Distributed Mutual Exclusion Algorithm Based on Quorum Agreements.
- [17] M. Mizuno, M. Nesterenko, H. Kakugawat. Lock-Based Self-Stabilizing Distributed Mutual Exclusion Algorithms. *Proceedings of the 16th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS '96)*.
- [18] S. Nesargi, R. Prakash. Distributed Wireless Channel Allocation in Networks with Mobile Base Stations. *IEEE 1999*.
- [19] Mukesh Singhal, D. Manivannan. A Distributed Mutual Exclusion Algorithm for Mobile Computing Environments. *1997 IASTED International Conference on Intelligent Information Systems (IIS '97) December 08 - 10, 1997*.
- [20] G. L. Peterson, Myths about the mutual exclusion problem. *Information Processing Letters*, vol. 12, no. 3, pp. 115-116, Junio 1981.
- [21] J. Walter, S. Kini. *Mutual Exclusion on Multihop, Mobile Wireless Networks* Technical Report: TR97-014, 1997.
- [22] Y. E. Walter, G. Cao, M. Mohanty. A K-Mutual Exclusion Algorithm for Wireless Ad Hoc Networks, *Proceedings of the first annual Workshop on Principles of Mobile Computing (POMC 2001), August, 2001. ACM 2001*.
- [23] J. E. Walter, J. L. Welch, N. H. Vaidya. A mutual exclusion algorithm for ad hoc mobile networks, *Wireless Networks*, vol. 9, no. 6, pp. 585-600, Noviembre 2001 and *Baltzer Wireless Networks Journal*, special issue on DialM papers, 2001.
- [24] J. E. Walter. A k-mutual exclusion algorithm for ad hoc mobile networks, *Technical report 00-022, Texas A&M University, 2000*.