

Sistemas Distribuidos y Agentes

Marcelo N. Zanconi¹ Jorge R. Ardenghi² Rafael B. García³

Departamento de Ciencias de la Computación

Universidad Nacional del Sur

Resumen

Los avances de la tecnología informática y la baja de costos del equipamiento hicieron realidad, en las últimas décadas, el desarrollo de los sistemas distribuidos. Basados en sistemas seguros de comunicación y computadoras personales o estaciones de trabajo cada vez mas veloces , han madurado en su concepción y desarrollo.

Por un lado con este soporte, arquitectura física y arquitectura de programación o algorítmica, se desarrollan sistemas inteligentes basados en agentes autónomos e interactuantes que reciben el nombre de sistemas multiagentes. Paralelamente se intenta dotar a los sistemas inherentemente distribuidos de inteligencia en algunos de los componentes que cumplen con roles activos en el manejo de la información y ejecución.

Se presenta en este escrito un proyecto de desarrollo de aplicación de agentes en sistemas distribuidos

Introducción

En la medida que la tendencia, en el mundo, es hacia el emplazamiento de sistemas de computación geográfica y organizacionalmente diversos, las dificultades técnicas asociadas con aplicaciones computacionales heterogéneas y distribuidas se está convirtiendo en algo cada vez mas común y están demandando nuevas infraestructuras de software. La noción de *agente* se está volviendo cada vez mas popular como herramienta para salvar estas dificultades. La terminología de agentes es usada para referirse a un amplio rango de soluciones que son propuestas por diversas organizaciones para diferentes propósitos. El término agente es por si mismo completamente evocativo de habilidades humanas para la resolución de problemas y es frecuentemente usado sin una definición precisa, o sin definición al fin.

La elección de agentes como una solución tecnológica responde a diferentes observaciones:

- i) el dominio involucra una distribución inherente de datos, capacidades para resolver problemas y responsabilidades.

¹ cczanc@criba.edu.ar

² jra@criba.edu.ar

³ ccbenja@criba.edu.ar

- ii) La necesidad de mantener la integridad de la estructura de la organización y la autonomía de subpartes.
- iii) Las interacciones son sofisticadas, incluyen negociación, compartir información y coordinación.

En sistemas multiagentes, los agentes computacionales buscan y hacen contratos en beneficio de las partes del mundo real que ellos representan. La significación de dichos sistemas se incrementa, probablemente, debido al desarrollo de la infraestructura de comunicaciones, el advenimiento del comercio electrónico y la tendencia industrial al outsourcing.

Desde otra óptica los sistemas multiagentes son, en muchos casos, sistemas distribuidos. Como tales están compuestos por un número determinado de unidades computacionales. Sin embargo a diferencia de los sistemas distribuidos clásicos, ellos y sus entidades computacionales son inteligentes.

Un sistema es inteligente si se necesitan, para propósitos intuitivos o científicos, atribuir conceptos cognitivos tales como intenciones y creencias para caracterizar, entender, analizar o predecir su comportamiento.

La tendencia creciente al desarrollo de sistemas inteligentes se aparea con la tendencia hacia la distribución de la computación.

La ciencia de los agentes multiagentes descansa en la interacción de estas tendencias.

Los sistemas multiagentes son de gran significación en un número de aplicaciones corrientes y futuras de ciencias de la computación. Son aplicables a:

- Intercambio electrónico de datos
- Control de tráfico aéreo
- Automación de la manufactura
- Trabajo cooperativo soportado por computadoras
- Banca electrónica
- Robótica
- Sistemas de información heterogéneos

Sirve de ejemplo lo que sucede en grandes empresas o corporaciones donde los ejecutivos toman decisiones basados en una combinación de juzgamiento e información de los departamentos marketing, ventas, investigación, desarrollo, manufactura y finanzas.

Lo ideal es tener junta toda la información que el juzgamiento requiere, antes de realizarlo.

Sin embargo lograr esto en el ámbito de una empresa grande es complejo y consume tiempo y aún mas si se está requiriendo información actualizada. Por esta razón, las organizaciones tienden a desarrollar un número de sistemas inteligentes para asistir en varios aspectos del manejo de los negocios (procesos).

En particular deben:

- a) Permitir que quien toma las decisiones acceda a la información relevante que esta situada en la organización.
- b) Permitir requerir y obtener servicios de manejo de información de otros departamentos dentro de la organización.
- c) Identificar y liberar en tiempo información relevante que no ha sido explícitamente requerida (quien está requiriendo ignora su existencia).
- d) Informar sobre cambios que han sido hechos en algún lugar del proceso de negocios que importe en el actual proceso de decisión.
- e) Identificar aquellas partes que puedan interesar en la actividad de la toma de decisiones.

Además de las razones bien conocidas sobre la utilidad, en general, de los sistemas distribuidos, el continuo progreso en el estudio de sistemas multiagentes es atractivo por las siguientes razones adicionales:

- Los avances en estos estudios permitirán el desarrollo de sistemas inteligentes independientes unos de otros y su reuso como componentes de nuevos sistemas. Estos componentes pueden ser pensadas como miembros agentes en el nuevo sistema multiagente. Esta modularización es útil, también, cuando se diseñan sistemas para aplicaciones, tales como diagnóstico médico, en los cuales la experiencia está inherentemente distribuida sobre agentes que se especializan en diferentes dominios.
- Un sistema diseñado como un sistema multiagente puede ser mas robusto que si fuera diseñado como tal, dado que la adquisición y validación de los requerimientos de diseño es mas simple para tales sistemas. Es mas, tales tipos de sistemas pueden ser muy simples para diseño de muchas aplicaciones, incluyendo planeamiento de manufactura y control de tráfico aéreo, permitiendo que un agente inteligente sea ubicado en el sitio donde los datos están disponibles y donde tienen que tomarse las decisiones necesarias.

En estos sistemas multiagentes, los sistemas reaccionan a cambios en el medio, deliberan entre ellos y negocian, lo hacen con eficiencia, son interactuantes y adaptables.

Los sistemas multiagentes son de gran importancia práctica en ciencias de la computación. Desafortunadamente no existe un conjunto de fundamentos teóricos generales que puedan ser usados para analizar, especificar, diseñar e implementar sistemas multiagentes. De aquí la moda y la necesidad de seguir en esta idea.

El estudio de los sistemas multiagentes se constituye en original por si mismo, sea por el hecho de ser un tema abierto, sea por la gran importancia que ha adquirido en aplicaciones en ciencias de la computación.

Por otra parte los sistemas distribuidos tambien constituyen, hoy en día, algo corriente, pero con innumerables problemas abiertos ha resolver.

La aplicación de agentes inteligentes a los sistemas distribuidos resulta la finalidad específica de esta propuesta.

Lineas de Trabajo

Dentro del proyecto se están desarrollando las siguientes líneas de trabajo que resultan el conjunto principal de temas del mismo.

Bases de datos distribuidas:

Esta línea de trabajo es una de las mas avanzadas, se han estudiado y planteado nuevos algoritmos en los problemas de consistencia y replicación de datos. Se piensa continuar con su estudio, avanzando hacia los sistemas de réplicas dinámicas donde la inteligencia de las acciones se transforma en algo relevante, por lo tanto el uso de agentes inteligentes parece la alternativa.

Existen espacios de aplicación donde la utilización de las réplicas dinámicas se torna relevante como sistema inherentemente distribuidos con alto grado de tolerancia a las fallas y disponibilidad.

La generación de agentes inteligentes que resolvieran e hicieran mas flexible la problemática de la movilidad de las réplicas en una base de datos.

Migración de procesos

Los criterios de migración de procesos constituyen una acción clave cuando se quiere repartir la carga en un sistema distribuido. Sin embargo hay sistemas distribuidos que toda la actividad la concentran en servidores específicos lo que lleva que se resienta la tolerancia a las fallas que esos sistemas deben exhibir.

En este proyecto se está estudiando un protocolo que permite repartir la carga, sin afectar la tolerancia a las fallas haciendo "caching" de procesos, creando el efecto de servidores distribuidos y minimizando el tiempo de ejecución global y la sobrecarga de las comunicaciones.

El protocolo es análogo al propuesto en réplicas dinámicas donde los procesos tienen cierta movilidad de acuerdo a valores que se presentan dinámicamente en la red. Esto se está aplicando a llamadas a procedimiento remoto (RPC)

Memoria Compartida Distribuida:

Los sistemas distribuidos con memoria compartida DSM surgen en forma convergente de:

- a) La necesidad de escalamiento de los sistemas con memoria física compartida SM
- b) La oportunidad que ofrece el desarrollo de los microprocesadores y de las redes de interconexión como alternativa válida para diseño de supercomputadoras

Dentro de las alternativas de implementación las técnicas de software han sido ampliamente estudiadas por más de una década. El atractivo de esta forma de manejo está dado en que se puede hacer uso del soporte de memoria virtual presente en cualquier microprocesador moderno para manejar el tema de consistencia, aunque forzando la granularidad a nivel de página.

En esta línea se está estudiando el concepto de *automatic update*, implementado en la multicomputadora SHRIMP para propagar y hacer la mezcla de las modificaciones en la memoria compartida, con un protocolo de consistencia más relajado de tipo Scope.

Se analizan las limitaciones de los protocolos tradicionales y como la alternativa propuesta resulta promisoria en camino a superar la limitación al escalamiento y la pérdida relativa de rendimiento respecto a las implementaciones por hardware.

Si bien la idea de manejar la consistencia de memoria en una red de computadoras por software, haciendo uso de los mecanismos de memoria virtual, se sustentó inicialmente en razones de costo por el empleo inmediato de componentes estándar, convergentemente la problemática del escalamiento de los sistemas con memoria física compartida dan lugar a soluciones que tienen puntos en común, como el manejo de coherencia de caché por software.

El objetivo es a través de mejoras en los protocolos de consistencia y con un soporte básico de hardware a nivel de interfase, resolver la brecha que existe entre las alternativas de memoria virtual compartida y las puras de hardware, pero con el horizonte de prever la arquitectura del futuro

Otras líneas

Además de las desarrolladas anteriormente, que constituyen el núcleo del proyecto, se está trabajando sobre: tolerancia a las fallas, programación con agentes y verificación y correctitud de sistemas.

Conclusión

En realidad no existe una conclusión en un proyecto que se está desarrollando, mas que ello resulta importante remarcar los objetivos del mismo.

Dentro de las líneas temáticas del proyecto hay cinco graduados que están desarrollando sus tesis de postgrado y dos becarios de CIC y CONICET.

Se está trabajando conjuntamente con el LIDI de la UNLP en investigación y desarrollo sobre bases de datos distribuidas y se espera hacer experiencias remotas entre ambos laboratorios.

De todo esto resulta, entonces, que el objetivo principal es la formación de recursos humanos altamente especializados en la utilización de las tecnologías más modernas.

Bibliografía

- ANDREWS,G.R. 1991. *Concurrent Programming: Principles and Practice*. Benjamin/Cummings.
- ANDREWS,G.R. y SCHNEIDER,F.B. 1983. Concepts and notations for concurrent programming. *ACM Comput. Surv.* 15, 1 (Mar.) 3-43.
- ATHAS,W.C., y SEITZ,C.L. 1988. Multicomputers: Message-passing concurrent computers. *Computer* 21, 8 (Aug), 9-24.
- BAL,H.E., STEINER,J.G. y TENENBAUM,A.S. 1989. Programming languages for distributed systems. *ACM Comput. Surv.* 21, 3 (Sept.) 261-322.
- BLYTHE, J. Y SCOTT NEAL REILLY, W. 1993. Integrating Reactive and Deliberative Planning for Agents. *Report CMU-CS-93-151, Carnegie-Mellon university*. May.
- CLARK,D. 1985. The structuring of systems using upcalls. In *Proceedings of the 10th ACM Symposium on Operating Systems Principles*. ACM SIGOPS (Orcas Island, Wash. Dec.), pp. 171-180.
- CHIB-DRAA, B. Y LEVESQUE, P. 1995. Hierarchical Model and Communication by Signs, Signals and Symbols in Multiagents Environment. *Departement d'Informatique, Fac. Des sciences. Université Laval, Canada*, Marzo.
- CHIB-DRAA, B. 1995. Distributed Artificial Intelligence: An Overview. *Departement d'Informatique, Fac. Des sciences. Université Laval, Canada*, Marzo.
- ENSLOW,P.H., What is a Distributed Data Processing System? *Computer, Vol.11, No.1*, Jan 1978.
- ETZIONI, O. Et al. 1993. OS Agents: Using AI Techniques in the Operating Systems Environment. *Technical Report 93-04-04*, April
- FRANCEZ,N. 1980. Distributed termination. *ACM Trans. Program. Lang. Syst.* 2, 1 (Jan.), 42-55.
- FRANKLIN, M. J. 1996. *Client Data Caching: A foundation for High Performance Object Database Systems*. Kluwer.
- GARG, V. K. 1996. *Principles of Distributed Systems*. Kluwer.
- GELERTER,D. 1985. Generative communication in Linda. *ACM Trans. Program. Lang. Syst.* 7, 1 (Jan.), 80-112.
- HELAL, A. A. et al. 1996. *Replication Techniques in Distributed Systems*. Kluwer
- HOARE,C.A.R. 1974. Monitors: An operating system structuring concept. *Commun. ACM* 17, 10 (Oct.), 549-557.
- HOARE,C.A.R. 1978. Communicating sequential processes. *Comm. ACM* 21, 8 (Aug.), 666-677.
- JENNINGS, N. R. Et al. 1995. ADEPT: Managing Business Processes using Intelligent Agents. *Imperial College, Londres*
- JONES,A.K., y SCHWARZ,P. 1980. Experience using multiprocessor systems-A status report. *ACM Comput. Surv.* 12, 2 (June), 121-165.
- KHANNA, R. Ed. 1994. *Distributed Computing: Implementation and Management Strategies*. Prentice Hall.
- LAMPORT,L. 1982. An assertional correctness proof of distributed algorithm. *Sci. Comput. Program.* 2, 3 (Dec.),175-206.

- LAUER,H.C., y NEEDHAM,R.M. 1978. On the duality of operating system structures. In *Proceedings of the 2nd International Symposium on Operating Systems*. (IRIA, Paris, Oct.). Reprinted in *Oper. Syst Rev.* 13, 2 (Apr. 1979), 3-19.
- LELANN,G. 1977. Distributed Systems: Towards a formal approach. In *Proceedings of Information Processing 77*. North Holland Publishing Co., Amsterdam, pp. 155-160.
- LISKOV,B. 1988. Distributed programming in Argus. *Commun. ACM* 31, 3 (Mar.), 300-312.
- MAEKAWA,M., OLDEHOEFT,A.E., y OLDEHOEFT,R.R. 1987. *Operating Systems: Advanced Concepts*. Benjamin/Cummings Publishing Co.,Menlo Park, Calif.
- MORGAN,C. 1985. Global and logical time in distributed algorithms. *Inf. Process. Lett.* 20, 4 (May), 189-194.
- MÜLLER, J. P. 1996. *The Design of Intelligent Agents: A Layered Approach*. Springer-Verlag
- NWANA, H. S. 1996. Software Agents: An Overview. *Knowledge Engineering Review*. Vol 11, #3, Oct/Nov, 0205-244.
- RANA,S.P. 1983. A distributed solution of the distributed termination problem. *Inf. Process. Lett.* 17, 1 (Jul.), 43-46.
- RAUCH, W. B. 1996. *Distributed Open Systems Engineering*. John Wiley.
- SANDHOLM, T. W. 1996. Negotiation among Self-Interested Computationally Limited Agents. *Thesis for Ph. D. degree*.
- SCHNEIDER,F.B. 1980. Ensuring consistency in a distributed database system by use of distributed semaphores. In *Proceedings of International Symposium on Distributed Databases*. (Versailles, France., Mar.), pp. 183-189.
- SCHNEIDER,F.B. 1982. Synchronization in distributed programs. *ACM Trans. Program. Lang. Syst.* 4, 2 (Apr.), 179-195.
- SCOTT NEAL REILLY, W. y BATES, J. 1995. Natural Negotiation for Believable Agents. *Report CMU-CS-95-164, Carnegie Mellon University, Junio*.
- SCOTT NEAL REILLY, W. 1996. Believable Social and Emotional Agents. *Thesis for Doctor of Philosophy. Dep. Of Computer Science. Carnegie-Mellon University. Mayo*
- SILBERSCHATZ,A. 1998. *Operating Systems Concepts*. 5th. Ed. Addison-Wesley, Reading, Mass.
- SINGH, M. P. 1994. *Multiagent Systems: A Theoretical Framework for Intentions, Know-How and Communications*. Springer-Verlag.
- SPANIOL, O., LINNHOFF-POPIEN, C. y MEYER, B. Eds. 1996. *Trends in Distributed Systems: CORBA and Beyond*. Springer-Verlag
- STANKOVIC,J.A. A Perspective on Distributed Computer Systems, *IEEE Trans. on Computers, Vol. C-33, No.12, Dec. 1984*.
- TANENBAUM,A.S. y VAN RENESSE,R. 1985. Distributed operating systems. *ACM Comput. Surv.* 17, 4 (Dec.), 419-470.
- TANENBAUM,A.S. 1995. *Distributed operating systems*. Prentice Hall.
- THOMASIAN, A. 1996. *Database Concurrency Control: Methods, Performance, and Analysis*. Kluwer.
- WOOLDRIDGE, M. Y JENNINGS, N. R. 1996. *Intelligent Agents: Theory and Practice*. *Knowledge Engineering Review*.