

Sincronización de procesos en sistemas distribuidos

David L. la Red Martínez, Julio C. Acosta

Grupo de Sistemas Operativos y TICs / Departamento de Informática / Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura / Universidad Nacional del Nordeste

9 de julio 1449, (3400) Corrientes, Argentina, +54-379-4638194

laredmartinez@gigared.com julioaforever@yahoo.com

Resumen

En los sistemas de procesamiento distribuido es frecuentemente necesario que los procesos que actúan en grupos deban tomar decisiones basados en acuerdos; dichos procesos podrán operar en equipos distribuidos; los procesos podrán requerir el uso de recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua. Surge el siguiente interrogante: ¿cuáles son los modelos de decisión que habrá que generar incorporando la perspectiva cognitiva a los modelos clásicos, que trasciendan el enfoque tradicional de las ciencias de la computación? (se consideran modelos clásicos al algoritmo centralizado, al algoritmo distribuido de Lamport mejorado por Ricart y Agrawala, al algoritmo de anillo de fichas, entre otros). Habrán de tenerse en cuenta los mecanismos de auto-regulación, autonomía, circularidad referencial, etc., generando nuevos modelos que mejoren el desempeño de los clásicos. Los modelos para la toma de decisiones en grupos de procesos considerarán la posibilidad de imputación de datos faltantes y la fuzzyficación de ciertas variables, utilizando la familia de operadores OWA.

Palabras clave: sistemas operativos; regiones críticas; exclusión mutua; grupos de procesos; operadores de agregación

Contexto

La investigación mencionada precedentemente se encuadra en el proyecto “Modelos de decisión para la sincronización de procesos en sistemas distribuidos”, aprobado el 28/11/2012 por Resolución N° 960/12 del Consejo Superior de la UNNE, financiado por la UNNE, código 12F003. La vigencia del proyecto es desde el 01/01/2013 al 31/12/2016.

Introducción

La proliferación de sistemas informáticos, muchos de ellos distribuidos, en los cuales existen múltiples procesos que cooperan para el logro de una determinada función, hace necesario disponer de modelos de decisión que permitan a los procesos intervinientes en los distintos grupos de procesos, tomar decisiones en las que son necesarios diferentes niveles de acuerdo, especialmente cuando se trata del acceso

a recursos computacionales compartidos y el sistema debe auto-regular la forma de dicha compartición. Es especialmente significativo el caso del acceso a las llamadas regiones críticas de memoria por parte de distintos procesos, que pueden estar operando en el mismo equipo informático o en equipos distribuidos, donde el acceso a las regiones críticas debe hacerse en la modalidad de acceso exclusivo y con el consentimiento de los demás procesos del grupo. Ejemplos de lo mencionado se encuentran en (Tanenbaum, 1996 y 2009), donde se describen los principales algoritmos de sincronización en sistemas distribuidos, en (Agrawal et al., 1991), donde se presenta una solución eficiente y tolerante a fallas para el problema de la exclusión mutua distribuida, en (Ricart et al., 1981) y (Cao y Singhal, 2001), donde se presentan unos algoritmos para gestionar la exclusión mutua en redes de computadoras en (Stallings, 2005), donde se detallan los principales algoritmos para la gestión distribuida de procesos, los estados globales distribuidos y la exclusión mutua distribuida.

Se considera especialmente importante estudiar la aplicación de modelos de decisión para la toma de decisiones en grupo que incorporen conceptos cognitivos de la cibernética en general y de la cibernética de segundo orden en particular, en el contexto de sistemas complejos auto-regulados. Se considera en tal sentido que los grupos de procesos mejorarían su desempeño mediante los modelos de decisión que se tiene previsto desarrollar incorporando mecanismos de auto-regulación y conceptos de la cibernética de segundo orden en el proceso de toma de decisiones. Se han de tener en cuenta los principales conceptos de la cibernética (Bateson, 1991), (François, 1999), (Gardner, 1996), (Wainstein, 2006), (Wiener, 1985), los

principios de la cibernética de segundo orden y de los sistemas complejos autorregulados (Clark, 1999), (Foerster, 1996), (García, 2006), (Varela, 1990). También habrán de considerarse los principios de la computación autonómica y de los procesos cognitivos (Chiew et al., 2004), (Papageorgiou et al., 2005), (Wang, 2007), los principales aspectos de la computación cognitiva (Ehrlich, 2007), (Modha et al., 2011), como así también la comunicación en sistemas distribuidos (Birman et al., 1991), (Tanenbaum, 1996 y 2009), (Tanenbaum y Van Steen, 2008), (Silberschatz et al., 2006), la sincronización en sistemas distribuidos (Agrawal et al., 1991), (Ricart et al., 1981), (Cao y Singhal, 2001), (Stallings, 2005), (Tanenbaum, 1996 y 2009). Para el tratamiento de datos faltantes se considerarán métodos de imputación de datos (Kennickell, 1998) (Nguyen et al., 2003), (Peláez et al., 2008). Asimismo se han de tener en cuenta los conceptos acerca de sistemas de soporte de decisión (Doña et al., 2011), (Peláez et al., 2009), (Chen, 2001), (Fodor et al., 1994), (García-Melón et al., 2006), (Saaty, 1980) y de toma de decisiones en grupo (Ben-Arieh et al., 2006), (Herrera et al., 2000), (Herrera et al., 1996), (Chiclana et al., 2004), (Delgado et al., 1998), (Herrera et al., 2000), (La Red et al., 2011), (Lu et al., 2007), (Martínez et al., 2007) y (Martínez et al., 2006), (Yager, 1988, 1993), todo ello sin dejar de considerar la toma de decisiones y su relación con los procesos cognitivos (IPAM, 2007), (Wang et al., 2004).

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

En los sistemas computacionales de procesamiento distribuido es

frecuentemente necesario que los procesos que actúan en grupos deban tomar decisiones basados en el acuerdo; dichos procesos podrán operar en un mismo equipo informático o en varios equipos distribuidos interconectados; las decisiones para las cuales deben alcanzar algún nivel de acuerdo pueden estar relacionadas con la realización de determinada actividad que no requiera el uso de recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua, o con la realización de determinada actividad que sí requiera el uso de recursos compartidos en la modalidad de exclusión mutua, para lo cual generalmente las exigencias de niveles de acuerdo son mayores que para el caso anterior. Habrá que desarrollar nuevos modelos de decisión para los siguientes tipos de situaciones: a) Cuando no se compromete el uso de recursos compartidos y las exigencias de acuerdo no son estrictas; b) Cuando no se compromete el uso de recursos compartidos y las exigencias de acuerdo son estrictas; c) Cuando se compromete el uso de recursos compartidos y las exigencias de acuerdo no son estrictas; d) Cuando se compromete el uso de recursos compartidos y las exigencias de acuerdo son estrictas?

Resultados y Objetivos

El objetivo general es generar modelos de decisión desde la óptica cognitiva para la toma de decisiones en grupos de procesos, que trasciendan el enfoque tradicional de las ciencias de la computación, basándose en los principios de la cibernética de segundo orden, los sistemas complejos y la auto-regulación. Los principios de la cibernética de segundo orden, los sistemas complejos y la auto-regulación, posibilitan desarrollar modelos de decisión desde la óptica

cognitiva para la toma de decisiones en grupos de procesos, que trasciendan el enfoque tradicional de las ciencias de la computación considerando la posibilidad de imputación de datos faltantes y la fuzzyficación de ciertas variables, utilizando la familia de operadores OWA, generando operadores específicos para cada una de las situaciones antes indicadas.

Una cuestión interesante es considerar el carácter actitudinal del operador de agregación. Se pueden definir las siguientes medidas:

Grado de disyunción (orness): el grado de orness es una medida de la tolerancia del decisor. Para el caso particular de los operadores OWA el grado de orness es (Yager, 1988):

$$\alpha(W) = \sum_{j=1}^n w_j \left(\frac{n-j}{n-1} \right) \quad \alpha \in [0, 1]$$

Dispersión: en algunas situaciones el grado de orness no proporciona suficiente información sobre el verdadero sentido de la agregación. Con el fin de capturar esta idea, se propone la medida de dispersión asociada al vector de pesos w de un operador OWA:

$$H(W) = - \sum_{j=1}^n w_j \ln(w_j)$$

donde \ln es el logaritmo natural neperiano y $0 \ln 0 = 0$ por convención.

Operador de balance: Si se consideran los pesos OWA como un vector columna, se puede remitir a los pesos con los índices bajos como pesos en la parte superior y los que tienen los índices más altos como pesos en la parte inferior. Para medir el grado de balance entre el favoritismo a los elementos de mayor valor o de valores inferiores se introduce la siguiente medida:

$$\text{Bal}(W) = \sum_{j=1}^n \frac{(n+1-2j)}{n-1} w_j \quad \text{Bal}(W) \in [-1, 1]$$

donde $Bal(W) = 1$ representa un criterio optimista, $Bal(W) = -1$ un criterio pesimista y $Bal(W) = 0$ el criterio de Laplace o media aritmética.

Divergencia: por último, otra medida interesante es la divergencia entre del vector de pesos. Es útil en algunas situaciones excepcionales cuando el carácter actitudinal y la entropía de dispersión no son suficientes para analizar el vector de ponderación de una agregación.

$$Div(W) = \sum_{j=1}^n w_j \left(\frac{n-j}{n-1} - \alpha(W) \right)^2$$

Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo está integrado por un Director (Doctor, Categoría II P.I., Categoría A UTN), un Sub-director (Magister, Categoría V P.I.), dos investigadores, ambos realizando sus respectivas tesis de maestría y un becario. El Director dirige una tesis de maestría temáticamente relacionada en la Universidad Nacional del Este, Paraguay.

Referencias

AGRAWAL, D.; ABBADI, A. E. An efficient and fault-tolerant solution of distributed mutual exclusion. *ACM Trans. On Computer Systems*, USA, v. 9, p. 1–20, 1991.

BATESON, G. *Pasos Hacia Una Ecología de la Mente*. Argentina: Planeta-Carlos Lohlé, 1991.

BEN-ARIEH, D.; CHEN, Z. Linguistic-labels aggregation and consensus measures for autocratic decision making using group recommendations. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans*, v. 36, n. 3, p. 558–568, 2006.

BIRMAN, K. P.; SCHIPER, A.; STEPHENSON, P. Lightweight causal and atomic group multicast. *ACM Trans. On Computer Systems*, USA, v. 9, p. 272–314, 1991.

CAO, G.; SINGHAL, M. A delay-optimal quorum-based mutual exclusion algorithm for distributed systems. *IEEE Transactions on Parallel*

And Distributed Systems, USA, v. 12, n. 12, p. 1256–1268, 2001.

CHEN, C. T. Applying linguistic decision-making method to deal with service quality evaluation problems. *International Journal of Uncertainty, Fuzzyness and Knowledge-based Systems*, v. 9, p. 103–114, 2001.

CHICLANA, F. et al. Induced ordered weighted geometric operators and their use in the aggregation of multiplicative preferences relations. *International Journal of Intelligent Systems*, v. 19, p. 233–255, 2004.

CHIEW, V.; WANG, Y. Formal description of the cognitive process of problem solving. *Proceedings of the Third IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'04)*, USA, 2004.

CLARK, A. *Estar Ahí. Cerebro, Cuerpo y Mundo en la Nueva Ciencia Cognitiva*. España: Ediciones Paidós Ibérica S. A., 1999.

DELGADO, M. et al. Combining numerical and linguistic information in group decision making. *Information Sciences*, v. 107, p. 177–194, 1998.

DOÑA, J. M. et al. A system based on the concept of linguistic majority for the companies valuation. *Revista EconoQuantum*, México, v. 8, n. 2, p. 121–142, 2011.

EHRlich, K. *The Essential Role of Mental Models in HCI*. Cambridge, MA, USA: IBM Research Division, 2007. (IBM Research Report).

FODOR, J. C.; ROUBENS, M. *Fuzzy Preference Modelling and Multicriteria Decision Support*. Dordrecht: Kluwer, 1994.

FOERSTER, H. V. *Las Semillas de la Cibernética*. España: Gedisa, 1996. (2 edición).

FRANÇOIS, C. Systemics and cybernetics in a historical perspective. *Systems Research and Behavioral Science*, USA, n. 16, p. 203–219, 1999.

GARCÍA, R. *Sistemas complejos. Conceptos, Métodos y Fundamentación Epistemológica de la Investigación Interdisciplinaria*, Gedisa Editorial, España, 2006.

GARCÍA MELÓN, M. et al. Farmland appraisal: An analytic network process (ANP) approach. *MCDM*, Greece, 2006.

GARDNER, H. *La Nueva Ciencia de la Mente*. España: Ediciones Paidós, 1996. (2ª reimpression).

HERRERA, F.; VIEDMA, E. H. Linguistic decision analysis: Steps for solving decision problems under linguistic information. *Fuzzy Sets and Systems*, v. 115, p. 67–82, 2000.

IPAM (Institute For Pure And Applied Mathematics. University of California, Los

Angeles). Probabilistic Models of Cognition: The Mathematics of Mind. USA: 2007. Disponible en:

<<http://www.ipam.ucla.edu/programs/gss2007/>>.

KENNICKELL, A. B. Multiple Imputation In The Survey Of Consumer Finances. USA: Board of Governors of the Federal Reserve System. Joint Statistical Meetings, 1998.

LA RED, D. L. et al. WKC-OWA, a new Neat-OWA operator to aggregate information in democratic decision problems. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems, World Scientific Publishing Company, Francia, p. 759–779, 2011.

LA RED, D. L.; PELÁEZ, J. I.; DOÑA, J. M. A decision model to the representative democracy with expanded vote. Revista Pioneer Journal of Computer Science and Engineering Technology, India, p. 35–45, 2011.

LU, J. et al. Multi-objective Group Decision Making: Methods, Software and Applications with Fuzzy Set Technology. London: Imperial College Press, 2007.

MARTÍNEZ, L. et al. Dealing with heterogeneous information in engineering evaluation processes. Information Sciences, v. 177, n. 7, p. 1533–1542, 2007.

MARTÍNEZ, L.; LIU, J.; YANG, J. B. A fuzzy model for design evaluation based on multiple-criteria analysis in engineering systems. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-based Systems, v. 14, n. 3, p. 317–336, 2006.

MODHA, D. S. et al. Cognitive computing. Communications of the ACM, v. 54, n. 8, p. 62–71, 2011.

NGUYEN, L. N.; SCHERER, W. T. Imputation techniques to account for missing data in support of intelligent transportation systems applications. Research Report No. UVACTS-13-0-78, USA, 2003.

PAPAGEORGIOU, E. I. et al. Fuzzy cognitive maps learning using particle swarm optimization. Journal of Intelligent Information Systems, USA, v. 25, n. 1, p. 95–121, 2005.

PELÁEZ, J. I.; DOÑA, J.M.; LA RED, D. L. Fuzzy imputation method for database systems. En Galindo, J. (Ed.). Handbook of Research on Fuzzy Information Processing in Database. Hershey. Information Science Reference, USA, 2008.

PELÁEZ, J. I.; DOÑA, J. M.; LA RED, D. L. A mix model of discounted cash-flow and OWA operators for strategic valuation. Revista Interactive Multimedia and Artificial Intelligence

- Special Issue On Business Intelligence And Semantic Web, España, v. 1, n. 2, p. 20–25, 2009.

PELÁEZ, J. I.; DOÑA, J. M.; RUIZ, J. A. G. Analysis of OWA operators in decision making for modelling the majority concept. Applied Mathematics and Computation, v. 186, p. 1263–1275, 2007.

RICART, G.; AGRAWALA, A. K. An optimal algorithm for mutual exclusion in computer networks. Commun. of the ACM, v. 24, p. 9–17, 1981.

SAATY, T. L. The Analytic Hierarchy Process. USA: MacGraw Hill, 1980.

SILBERSCHATZ, A.; GALVIN, P. B.; GAGNE, G. Fundamentos de Sistemas Operativos. España: Mac-Graw Hill, 2006. (7 Edición).

STALLINGS, W. Sistemas Operativos. España: Pearson Educación S.A, 2005. (5 Edición).

TANENBAUM, A. S. Sistemas Operativos Distribuidos. México: Prentice - Hall Hispanoamericana S.A., 1996.

TANENBAUM, A. S. Sistemas Operativos Modernos. México: Pearson Educación S. A., 2009. (3 Edición).

TANENBAUM, A. S.; STEEN, M. V. Sistemas Distribuidos - Principios y Paradigmas. México: Pearson Educación S. A., 2008. (2 Edición).

VARELA, F. J. Conocer - Las Ciencias Cognitivas: Tendencias y Perspectivas - Cartografía de las Ideas Actuales. España: Gedisa Editorial, 1990.

WAINSTEIN, M. Comunicación. Un Paradigma de la Mente. Argentina: JCE Ediciones, 2006.

WANG, Y. Formal description of a set of meta cognitive processes of the brain. Proc. 6th IEEE Int. Conf. on Cognitive Informatics (ICCI'07), USA, 2007.

WANG, Y.; LIU, D.; RUHE, G. Formal description of the cognitive process of decision making. Proceedings of the Third IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'04), USA, 2004.

WIENER, N. Cibernética o el Control y la Comunicación en Animales y Máquinas. España: Tusquets, 1985. (2 Edición).

YAGER, R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multi-criteria decision making. IEEE Trans. On Systems, Man and Cybernetics, USA, v. 18, p. 183–190, 1988.

YAGER, R. Families of OWA operators. Fuzzy Sets and Systems, v. 59, p. 125–148, 1993.