

LINEAS DE INVESTIGACION DEL LABORATORIO DE SISTEMAS INTELIGENTES

García-Martínez, R., Britos, P., Ierache, J., Merlino, H., Ochoa, M. Fernández, E.

Laboratorio de Sistemas Inteligentes
Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires
Tel: 54-11-4343-0891, Extensión 141 - E-mail: rgarciamar@fi.uba.ar
Web: <http://www.fi.uba.ar/laboratorios/lisi>

1. Introducción

El Laboratorio de Sistemas Inteligentes fue creado en marzo de 1994 para nuclear los proyectos de investigación de los docentes del área y apoyar al grupo de materias de Sistemas de Producción de la Carrera Ingeniería Informática [García-Martínez *et al*, 1996] de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires a través de la propuesta y coordinación de trabajos finales de asignatura y de tesis de grado.

Desde su creación ha sido sede para la radicación de tres proyectos de la Secretaría de de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires: [a] Ambiente Integrado de Ingeniería Automática de Sistemas (Programación UBACyT 2001-2002, Código I011), [b] Minería de Datos Basada en Sistemas Inteligentes (Programación UBACyT 2003, Código I605) y [c] Explotación de Información Basada en Sistemas Inteligentes (Programación UBACyT 2004-2007, Código I050).

2. Líneas de Investigación

El LSI desarrolla cuatro líneas de investigación: [a] arquitecturas de sistemas inteligentes autónomos, [b] minería de datos basada en sistemas inteligentes, [c] sistemas tutores inteligentes, en cooperación con el grupo de sistemas inteligentes aplicados a ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue y el Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales de la FI-UBA; y [d] métodos para la ingeniería del conocimiento.

2.1. Arquitecturas de Sistemas Inteligentes Autónomos

Un sistema inteligente autónomo (SIA) ha sido definido como aquél que puede descubrir y registrar si una acción hecha en una situación dada fue favorable. Entra dentro de los sistemas que aprenden por observación y descubrimiento por experimentación activa. Los sistemas inteligentes autónomos formulan operadores que en conjunto constituyen un modelo de como el entorno que los circunda funciona. Tal modelo es parcial pero tiene la consistencia suficiente como para ser utilizado por su carácter predictivo en procesos de planificación suficiente. En este contexto, el objetivo de esta línea de investigación es estudiar de que manera la interacción entre sistemas inteligentes autónomos mejora el modelo de funcionamiento del entorno que cada sistema va formando y de que manera los modelos de refuerzo pueden ser integrados a la teoría de la negociación de para mejorar dicho proceso de interacción.

Se ha trabajado en definir el modelo de aprendizaje por interacción [García Martínez, 1994a] y la arquitectura del sistema que lo sustenta [García Martínez, 1994b], proponiendo el paradigma de planificación basada en aprendizaje por interacción [García Martínez, 1996] y el correspondiente empotramiento en la arquitectura de sistema inteligente autónomo [García Martínez & Borrajo, 1996, 1997, 2000], se trabajo en colaboración para explorar vinculaciones de robótica cognoscitiva

y aprendizaje automático en el campo de los SIAs [Berlanga *et al*, 1999] y sus correspondientes aplicaciones en el campo de la navegación [Cernic *et al*, 1999; Alonso *et al*, 1999; Hossian *et al*, 2007], se estudió como el aprendizaje automático basado en intercambio de operadores [Maceri, P. 2001] y el uso de algoritmos de refuerzo [Britos *et al*, 2002], mejoraba el comportamiento de los SIAs. Recientemente se ha trabajado en métodos de ponderación de planes en SIAs [López, 2005] y en mejora del aprendizaje a partir del compartir conocimiento [García-Martínez *et al*, 2006].

2.2. Minería de Datos Basada en Sistemas Inteligentes

La Minería de Datos se centra en la búsqueda de patrones interesantes y regularidades importantes en grandes bases de datos (llamado conocimiento cualitativo). La Minería de Datos basada en Sistemas Inteligentes se refiere específicamente a la aplicación de métodos de Sistemas Inteligentes u otros métodos asociados, para descubrir y enumerar patrones presentes en los datos. Entre los problemas abordados en este campo, está el de inducir conocimientos a partir de datos o ejemplos que no puede ser resuelto mediante los algoritmos tradicionales. En este contexto, el objetivo de esta línea de investigación consiste en explorar la aplicación a Minería de Datos de: algoritmos de inducción, algoritmos genéticos, redes neuronales y redes bayesianas; tratando de realizar comparaciones entre los diversos métodos, ya que no es posible establecer “a priori” cual será el método que resultará más confiable, para resolver cada tipo de problema.

Se exploró el uso de algoritmos genéticos y redes neuronales para la mejora de procesos de clustering [Fernández *et al*, 1996], el reconocimiento de patrones en sonido [Merlo *et al*, 1996] y estimación de performance de redes [Merlo *et al*, 1999], se propusieron modelos de descubrimiento de conocimiento supervisado y no supervisado [Perichinsky *et al*, 2000, 2001], se analizó como los algoritmos TDIDT podían ser aplicados a la minería de datos inteligente [Servente, 2002; Servente y García Martínez, 2002]. En el área de fundamentos de los sistemas inteligentes aplicados a la minería de datos se investigó sobre: la generación automática de redes neuronales con ajuste de parámetros basado en algoritmos genéticos [Fiszelew, 2002; Fiszelew y García Martínez, 2002; Fiszelew *et al*, 2003], el uso de algoritmos genéticos en categorización [Yolis *et al*, 2003a; Yolis *et al*, 2003b; Yolis, 2003], el entrenamiento de redes neuronales basado en algoritmos evolutivos [Bertona, 2005], la optimización de redes bayesianas basada en técnicas de aprendizaje por instrucción [Felgaer *et al*, 2003, Felgaer 2005, Felgaer *et al*, 2006] y el uso de mapas autoorganizados a la detección de comportamientos anómalos [Grosser *et al*, 2003; Grosser, 2004; Grosser *et al*, 2005; Grosser *et al*, 2006].

Esta línea de investigación se desarrolla en cooperación con el Centro de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento de la Escuela de Postgrado del Instituto Tecnológico de Buenos Aires.

2.3. Sistemas Tutores Inteligentes

En esta línea de investigación se busca definir un marco teórico que sustente el diseño y la evaluación de los Sistemas tutores Inteligentes (STI), presentando las diferentes visiones existentes acerca de los diseños y desarrollos, planteando un marco teórico general con base en la ingeniería de software, los sistemas inteligentes, la psicología cognitiva y las ciencias de la educación y elaborando una extensión metodológica específica que cautele los aspectos para diseño de STI orientados al tutorizado para la resolución de problemas.

En este contexto se ha explorado el uso de sistemas expertos para recomendar estrategias de instrucción [Sierra *et al*, 2003], se ha trabajado en los aspectos metodológicos de diseño [Sierra *et al*, 2004, Sierra *et al*, 2006], en proponer una arquitectura de STI [Salgueiro *et al*, 2005c], en identificar modelos del estudiante [Costa *et al*, 2005] y de selección del tutorizado [Cataldi *et al*,

2005], se ha investigado en el uso de redes neuronales para selección del protocolo pedagógico [Salgueiro *et al*, 2005a; 2005b; Salgueiro *et al*, 2006; Salgueiro, 2005].

Esta línea de investigación se desarrolla en cooperación con el Grupo de Sistemas Inteligentes Aplicados a Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue y el Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales de la FI-UBA

2.4. Métodos para la Ingeniería del Conocimiento

En esta línea de investigación se explora la posibilidad de construir herramientas que asistan al ingeniero del conocimiento en el proceso de diseño y desarrollo de sistemas expertos.

Se ha trabajado en medidas para evaluar la calidad de una base de conocimiento [García-Martínez, 1996; 1997], en metodologías de educación de conocimiento para la construcción de sistemas expertos [García-Martínez *et al*, 1998], en didáctica de las etapas de formalización y análisis de resultados de la técnica de emparrillado [Britos *et al*, 1999], en explorar el uso de algebra de grafos para verificar de bases de conocimiento [Dramis *et al*, 2000a; 2000b], en la validación de sistemas basados en conocimiento [Rizzi *et al*, 2000; 2001] y en métricas de madurez para el desarrollo de sistemas expertos [Hauge *et al*, 2006]

3. Formación de Recursos Humanos

A la fecha de esta comunicación se han radicado en el Laboratorio de Sistemas Inteligentes: dos tesis de doctorado, seis tesis de magíster, catorce tesis de grado en ingeniería y los planes de investigación de quince docentes.

4. Referencias

- Alonso, M., Niveyro, A., Britos, P., Rossi, B. & García Martínez R. 1999. *Neural Networks Applied to Automatic Navigation*. Proceedings of the International Conference on Intelligent Systems and Control. Páginas 157-160. Santa Bárbara. California.
- Berlanga, A., Borrajo, D., Fernández, F., García Martínez R., Molina, J.& Sanchis, A. 1999. *Robótica Cognoscitiva y Aprendizaje Automático*. Proceedings de la VIII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial. Páginas 1-8. Murcia. España.
- Bertona, F. 2005. *Entrenamiento de Redes Neuronales basado en Algoritmos Evolutivos*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Britos, P., Grosser, H., Sierra, H. y García Martínez, R. 2006. *Unusual Changes in Consumption Detection in Mobile Phone Users*. Research in Computing Science Journal, 21: 195-204.
- Britos, P., Rossi, B y García Martínez, R. 2002. *Uso de Algoritmos de Refuerzo en Sistemas Inteligentes Autónomos*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 28:114-124
- Britos, P., Rossi, B. y García Martínez, R. *Notas sobre Didáctica de las Etapas de Formalización y Análisis de Resultados de la Técnica de Emparrillado. Un Ejemplo*. Proceedings del V Congreso Internacional de Ingeniería Informática. Páginas 200-209. Editado por Departamento de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería. Agosto 1999.
- Cataldi, Z., Salgueiro, F., Lage, F. y García-Martínez, R. *Sistemas Tutores Inteligentes. Los Estilos del Estudiante para Selección del Tutorizado*. Proceedings del VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Pág. 66-70. 2005.
- Cernic, S. , Jezierski, E. , Britos, P. , Rossi, B. & García Martínez R. 1999. *Genetic Algorithms Applied to Robot Navigation Controller Optimization*. Proceedings of the International Conference on Intelligent Systems and Control. Páginas 230-234. Santa Bárbara. California.
- Costa, G., Salgueiro, F., Cataldi, Z., García-Martínez, R. y Lage, F. *Sistemas Inteligentes para el Modelado del Estudiante*. Global Congress on Engineering and Technology Education. Pag.63. 2005.
- Dramis, L., Britos, P., Rossi, B. y García Martínez, R. 2000a. *Verificación de Bases de Conocimiento Basada en Algebra de Grafos*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 23:74-86

- Dramis, L., Britos, P., Rossi, B. y García Martínez, R. 2000b. *Transformación Algebraica de Grafos en Verificación de Bases de Conocimiento*. Proceedings del VI Congreso Internacional de Ingeniería Informática. Páginas 729-738. Editado por Departamento de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería. ISBN 987-98197-0-5.
- Felgaer, P. 2005. *Optimización de Redes Bayesianas Basada en Técnicas de Aprendizaje por Inducción*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Felgaer, P., Britos, P. and García-Martínez, R. 2006. *Prediction in Health Domain Using Bayesian Network Optimization Based on Induction Learning Techniques*. International Journal of Modern Physics C 17(3): 447-455.
- Felgaer, P., Britos, P., Sicre, J., Servetto, A., García-Martínez, R. y Perichinsky, G. *Optimización de Redes Bayesianas Basada en Técnicas de Aprendizaje por Instrucción*. Proceedings del VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 1687. 2003.
- Fernández, V., García Martínez, R., Rodríguez, L. y González, R. *Genetic Algorithms Applied to Clustering*. Proceedings of the International Conference on Signal and Image Processing. Páginas 97-99. Orlando. Florida. Noviembre 1996.
- Fiszelew, A. 2002. *Generación Automática de Redes Neuronales con Ajuste de Parámetros Basado en Algoritmos Genéticos*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Fiszelew, A. y García Martínez, R. 2002. *Generación Automática de Redes Neuronales con Ajuste de Parámetros Basado en Algoritmos Genéticos*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 26:76-101
- Fiszelew, A., Britos, P., Perichinsky, G. & García-Martínez, R. 2003. *Automatic Generation of Neural Networks based on Genetic Algorithms*. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação. 2(1): 1-7
- García Martínez, R. & Borrajo Millán, D. 1996. *Unsupervised Machine Learning Embedded in Autonomous Intelligent Systems*. Proceedings of the XIV International Conference on Applied Informatics. Páginas 71-73. Innsbruck. Austria.
- García Martínez, R. 1994a. *Aprendizaje Automático en Sistemas con Interacción con el Entorno*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 17:65-75
- García Martínez, R. 1994b. *Un Sistema con Aprendizaje No-supervisado basado en Método Heurístico de Formación y Ponderación de Teorías*. Revista Latino Americana de Ingeniería 2(2):105-127
- García Martínez, R. *Calidad de Bases de Conocimiento. Una Medida de Evaluación*. Proceedings del III Congreso Internacional de Informática y Telecomunicaciones. INFOCOM'97. Páginas 191-198. Buenos Aires. 1997.
- García Martínez, R. *Planning while Learning-by-Interaction Systems: A Theoretical Approach*. Proceedings del II Congreso Internacional de Informática y Telecomunicaciones INFOCOM'96. Páginas 410-416. Buenos Aires. 1996.
- García Martínez, R. *Una Medida para Evaluar la Calidad de una Base de Conocimiento*. Resúmenes de las III Jornadas de Informática e Investigación Operativa. Páginas 48-49. Facultad de Ingeniería. Universidad de la República. Montevideo. Uruguay. Septiembre 1996.
- García Martínez, R. y Borrajo, D. 1997. *Planning, Learning and Executing in Autonomous Systems*. Lecture Notes in Artificial Intelligence. 1348:208-210
- García Martínez, R. y Borrajo, D. 2000. *An Integrated Approach of Learning, Planning and Executing*. Journal of Intelligent and Robotic Systems 29(1):47-78
- García Martínez, R., Perichinsky, G., Feldgen, M. y Clua, O. *Un Proyecto de Maestría en Ingeniería Informática Orientada a Sistemas Inteligentes de Producción*. Memoria del V Congreso Iberoamericano de Educación Superior en Computación. Páginas 91-98. Ciudad de México. México. Septiembre 1996.
- García Martínez, R., Rossi, B. y Britos, P. (1998). *Metodologías de Educación de Conocimiento para la Construcción de Sistemas Informáticos Expertos*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 21:72-84
- García-Martínez, R., Borrajo, D., Britos, P. y Maceri, P. 2006. *Learning by Knowledge Sharing in Autonomous Intelligent Systems*. Lecture Notes in Artificial Intelligence, 4140: 128-137.
- Grosser, H. 2004. *Detección de Fraude en Telefonía Celular usando Redes Neuronales*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Grosser, H., Britos, P. y García-Martínez, R. 2005. *Detecting Fraud in Mobile Telephony Using Neural Networks*. Lecture Notes in Artificial Intelligence 3533:613-615
- Grosser, H., Britos, P., Sicre, J., Servetto, A., García-Martínez, R. y Perichinsky, G. *Detección de Fraude en Telefonía Celular Usando Redes Neuronales*. Proceedings del VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 1337-1348. 2003.
- Hauge, O., Britos, P., García-Martínez, R. (2006). *Conceptualization Maturity Metrics for Expert Systems*. In IFIP International Federation for Information Processing, Volume 217, Artificial Intelligence in Theory and Practice, ed. M. Bramer, (Boston: Springer), pp. 435-444.
- Hossian, A., Sierra, E., Fernández, E., Britos, P., García-Martínez, R. 2007. *El Problema Cinemático en Manipuladores Robóticos Industriales Un abordaje de Solución mediante Redes Neuronales Artificiales*. Proceedings VI Ibero-American Symposium on Software Engineering. Pág. 427-434.

- López, D. 2005. *Un Método de Ponderación de Planes en Sistemas Inteligentes Autónomos*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Maceri, P. 2001. *Aprendizaje Automático Basado en Intercambio de Operadores en Sistemas Inteligentes Autónomos*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Merlo, G., Britos, P., Rossi, B. & García Martínez R. *Neural Networks Applied to Automatic Estimation of Networks Performance*. Proceedings of the International Conference on Intelligent Systems and Control. Páginas 167-171. Santa Bárbara. California. 1999.
- Merlo, G., García Martínez, R., Fernández, V., Caram, F. y Priegue, R. 1997. *Reconocimiento de la Voz mediante una Red Neuronal de Kohonen*. Anales del III Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Páginas 192-198. Editado por el Departamento de Informática. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata.
- Perichinsky, G., García Martínez, R., Proto, A. Sevetto, A y Grossi, D. *Data Mining: Supervised and Non-Supervised Intelligent Knowledge Discovery*. Proceedings del II Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Mayo. Editado por Universidad Nacional de San Luis en el CD Wicc2001:\Wicflash\Areas\IngSoft\Datamining.pdf.. 2001.
- Perichinsky, G. y García Martínez, R. *A Data Mining Approach to Computational Taxonomy*. Proceedings del Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Páginas 107-110. Editado por Departamento de Publicaciones de la Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata. Mayo. 2000.
- Rizzi, F., Britos, P., Dramis, L., Rossi, B. y García Martínez, R. *Validación de Sistemas Basados en Conocimiento*. Proceedings del VI Congreso Internacional de Ingeniería Informática. Páginas 739-749. Editado por Departamento de Publicaciones de la Facultad de Ingeniería. Abril 2000. ISBN 987-98197-0-5. 2000.
- Rizzi, F., Britos, P., Rossi, B. y García Martínez, R.(2001). *Validación Semántica y Estimación de Competencia de Sistemas Basados en Conocimiento*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 24:24-39
- Salgueiro, F. 2005. *Sistemas Inteligentes para el Modelado del Tutor*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Salgueiro, F., Cataldi, F., Lage, F., García-Martínez, R. *Sistemas Tutores Inteligentes: Redes Neuronales para Selección del Protocolo Pedagógico*. Proceedings del IV Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación del X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 255-266. 2005.
- Salgueiro, F., Cataldi, Z., Britos, P., Sierra, E. y García Martínez, R. 2006. *Selecting Pedagogical Protocols using SOM*. Research in Computing Science Journal, 21: 205-214.
- Salgueiro, F., Cataldi, Z., García-Martínez, R. 2005a. *Los Estilos Pedagógicos en el Modelado del Tutor para Sistemas Tutores Inteligentes*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales 2(4):70-79
- Salgueiro, F., Costa, G., Cataldi, Z., Lage, F. García-Martínez, R. 2005b. *Nuevo Enfoque Metodológico para el Diseño de los Sistemas Tutores Inteligentes a partir de un Acercamiento Distribuido*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales 2(5):25-32
- Salgueiro, F., Costa, G., Cataldi, Z., Lage, F. y García-Martínez, R. 2005c. *Redefinition of Basic Modules of an Intelligent Tutoring System: The Tutor Module*. Proceedings del VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Pág. 444-448.
- Servente, M, 2002. *Algoritmos TDIDT aplicados a la Minería de Datos Inteligente*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires.
- Servente, M. y García Martínez, R. 2002. *Algoritmos TDIDT Aplicados a la Minería Inteligente*. Revista del Instituto Tecnológico de Buenos Aires 26:39-57
- Sierra, E., García-Martínez, R., Cataldi, Z., Britos, P. y Hossian, A. (2006). *Towards a Methodology for the Design of Intelligent Tutoring Systems*. Research in Computing Science Journal, 20: 181-189.
- Sierra, E., García-Martínez, R., Cataldi, Z., Britos, P. y Hossian, A. *Sistemas Tutoriales Inteligentes Centrados en la Reparación de Mecanismos. Una Propuesta Metodologica de Diseño*. Proceedings de la 4ª Jornadas Iberoamericanas de Ingeniería del Software e Ingeniería del Conocimiento. Pág. 431-446. 2004.
- Sierra, E., Hossian, A. y García-Martínez, R. (2003). *Sistemas Expertos que Recomiendan Estrategias de Instrucción. Un Modelo para su Desarrollo*. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa 1(1):19-30
- Yolis, E. 2003. *Algoritmos Genéticos Aplicados a la Categorización Automática de Documentos*. Tesis de Grado en Ingeniería Informática. Facultad de Ingeniería. Universidad de
- Yolis, E., Britos, P., Perichinsky, G. & García-Martínez, R. 2003a. *Algoritmos Genéticos Aplicados a la Categorización Automática de Documentos*. Revista Eletrônica de Sistemas de Informação, 2(2): 49-63
- Yolis, E., Britos, P., Sicre, J., Servetto, A., García-Martínez, R. y Perichinsky, G. 2003b. *Algoritmos Genéticos Aplicados a la Categorización Automática de Documentos*. Proceedings del VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Pág. 1468-1479.