

## **Redes Neuronales. Aplicaciones.**

*Laura Lanzarini, Leonardo Corbalán, Germán Osella Massa, Fernando Romero, Pablo Novarini, Armando De Giusti*

*{laural, corbalan, gosella, fromero, pnovarini, degiusti}@lidi.info.unlp.edu.ar*

*Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI). Facultad de Informática. UNLP  
50 y 115. 1° Piso. La Plata. Tel. y Fax: 4227707*

### **RESUMEN**

Esta línea de investigación se centra en el estudio y desarrollo de diferentes estrategias de adaptación de Redes Neuronales basadas tanto en técnicas de entrenamiento como en procesos evolutivos que permitan optimizar las soluciones obtenidas.

Interesa especialmente la transferencia de tecnología a las áreas de la minería de datos y la robótica. Con respecto a la primera, se estudian diferentes metodologías aplicadas al reconocimiento adaptativo de patrones a fin de obtener caracterizaciones que ayuden a la toma de decisiones.

En el área de la robótica, el énfasis está puesto en el estudio, investigación y desarrollo de aplicaciones de tiempo real basadas en redes neuronales evolutivas, especialmente aplicadas a situaciones cuya solución requiere del aprendizaje de estrategias. Se trabaja en el desarrollo de nuevos métodos para la resolución de problemas utilizando agentes capaces de percibir y actuar en entornos complejos cuyos resultados son aplicados directamente en esta área.

### **Introducción**

Actualmente existen situaciones donde resulta difícil correlacionar la información disponible. En este sentido las redes neuronales resultan una herramienta fundamental ya que proponen una estrategia de resolución de problemas basada en la adaptación al entorno de información.

En el III-LIDI desde hace varios años se está trabajando en el área de reconocimiento de patrones utilizando redes neuronales. Se han realizado varios desarrollos orientados a la identificación de los elementos de muestras histológicas, dentro del marco del convenio existente entre el LIDI y la Facultad de Ciencias Médicas de la UNLP. En general, estas aplicaciones presentan un alto nivel de complejidad así como un largo tiempo de procesamiento. La necesidad de obtener respuestas en tiempos razonables justifican el análisis de la paralelización de las arquitecturas utilizadas.

Por otro lado, las Redes Neuronales Evolutivas son un caso particular de las redes neuronales convencionales en las cuales la adaptación no sólo se debe al aprendizaje sino también a la evolución. En esta dirección, el área de interés es el estudio, investigación y desarrollo de aplicaciones de tiempo real basadas en redes neuronales evolutivas, especialmente aplicadas a situaciones cuya solución requiere del aprendizaje de estrategias. Esto es lo que se conoce como Comportamiento Complejo y se aplica a problemas tales como captura de presa, evasión de obstáculos y diferentes juegos de tablero (ajedrez, go, etc) cuya resolución no es directa.

Actualmente se está comenzando a trabajar en la integración de la Lógica Difusa con las Redes Neuronales Evolutivas como una manera de desarrollar agentes capaces de percibir y actuar en entornos complejos. También existe un grupo de trabajo en el área de visión por computadora que investiga el desarrollo y paralelización de algoritmos para seguimiento y predicción de trayectorias de agentes con movimiento propio dentro de un escenario.

## **Temas de Investigación y Desarrollo**

- Aplicación de diferentes arquitecturas de redes neuronales a problemas de clustering. Comparación de los resultados obtenidos en cada caso. Paralelización de las arquitecturas propuestas.
- Resolución de situaciones de series de tiempo y de correlación de datos que permitan caracterizar los vectores de entrada facilitando la toma de decisiones.
- Aplicación de redes neuronales evolutivas a fin de mejorar los resultados obtenidos con las arquitecturas convencionales.
- Paralelización de los algoritmos de aprendizaje (entrenamiento y evolución).
- Desarrollo de arreglos neuronales como forma de resolver problemas de aprendizaje.
- Desarrollo de agentes con capacidad de adaptación a su entorno utilizando ambientes simulados.
- Aplicación de Redes Neuronales Evolutivas para el desarrollo de controladores neurodifusos.
- Desarrollo de agentes capaces de percibir y actuar en entornos complejos mediante la combinación de Lógica Difusa y Redes Neuronales Evolutivas.
- Análisis de problemas de seguimiento y estimación de trayectorias. Aproximación de funciones que representen las trayectorias.
- Paralelización de algoritmos de seguimiento y predicción de trayectorias para estimar puntos de contacto entre móviles especialmente aplicados al área de la robótica.

## **Resultados obtenidos/ esperados.**

- Se ha desarrollado una nueva arquitectura para clustering y segmentación de los datos o patrones de entrada [Lanz00][Lan00]. Su comparación con las técnicas clásicas de reconocimiento de patrones ha dado resultados favorables. Se ha analizado e implementado su paralelización logrando una reducción importante en el tiempo de procesamiento [Lan01].
- Se ha investigado sobre la capacidad de adaptación de las RN para aprender comportamiento complejo comprobando que el uso de redes recurrentes con esquema de conexión libre, con término de tendencia y evolución de función de transferencia presentan mejor rendimiento que las redes feedforward aplicada a la solución de este tipo de problemas [Cor01].
- Se han desarrollado e implementado nuevos mecanismos basados en arreglos de redes neuronales que permiten mejorar el aprendizaje de situaciones complejas. Las mediciones realizadas muestran la superioridad de los arreglos neuronales evolutivos con respecto a los métodos neuroevolutivos tradicionales que manejan poblaciones de redes neuronales [Cor02] [Cor03]. Someter a evolución la longitud de los arreglos ha permitido obtener soluciones más generales al mismo tiempo que ha mejorado el rendimiento de las mismas. [Cor04]
- Se está utilizando un ambiente de simulación para medir la eficiencia de las redes neuronales evolutivas que comandan agentes móviles. Se ha conseguido reducir el tiempo de simulación paralelizando la evaluación de las posibles soluciones generadas por el algoritmo evolutivo.
- Se está estudiando la coevolución de redes neuronales y métodos para lograr comportamiento cooperativo entre agentes. Esto permitirá resolver problemas que requieren para su solución, no sólo de estrategias individuales, sino también del accionar coordinado de varios miembros de un grupo.
- Se han analizado diferentes algoritmos para el seguimiento de trayectorias de agentes móviles [Che99] [Ven98] [Vee01].
- Se está trabajando en la implementación de métodos de seguimiento y estimación de trayectorias, utilizando un cluster de PCs como arquitectura de procesamiento [Han95] [Ak197].

## FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En estas líneas de investigación se cuenta con 1 profesor titular con dedicación exclusiva que actualmente está realizando su tesis de doctorado. Existe un grupo de trabajo formado por dos becarios de la UNLP uno de los cuales está realizando su tesis para alcanzar el nivel de Magister y dos auxiliares docentes con semi-dedicación. También participan en el desarrollo de las tareas becarios y pasantes del III-LIDI.

Los miembros de este grupo participan en el dictado de las materias de grado "Redes Neuronales y Algoritmos Evolutivos" y "Diseño de Sistemas de Tiempo Real" de las carreras Licenciatura en Informática y Licenciatura en Sistemas de la Facultad de Informática de la UNLP. También se realizan tareas de dirección de tesinas en el área.

## Bibliografía básica

- [Akl97] Parallel Computation. Models and Methods. Akl S. *Prentice Hall*. 1997
- [Bru01] Evolving Populations Of Expert Neural Networks. Bruce, J. and Miikkulainen, R. *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference*. (GECCO-2001, San Francisco, CA), (2001), pp. 251--257.
- [Cas96] Digital Image Processing. Castleman, K. *Prentice Hall*.1996
- [Cor01] Criaturas Virtuales especificadas a través de Redes Neuronales Evolutivas. Corbalán, Pisano, Osella Massa, Lanzarini. *Jornadas Chilenas de Computación 2001*; Pta.Arenas, Chile, Noviembre 2001 (Referato Internacional) y *VII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*.Calafate, Argentina. Octubre 2001. Vol.2, Pags. 1105-1115 (Referato internacional).
- [Cor02] Arreglos Neuronales Evolutivos. Un nuevo mecanismo para implementar Evolución Incremental. Corbalán L., Lanzarini L. XXVIII Conferencia Latinoamericana de Informática CLEI 2002. Montevideo, Uruguay. 25 a 29 de Noviembre de 2002.
- [Cor03] An ENA-based strategy replacing subobjetives definition in Incremental Learning. L.Corbalán, L.Lanzarini. *International Conference on Computer Science, Software Engineering, Information Technology, e-business and Application (CSITeA'03)*. 5 al 7 de Junio 2003. Río de Janeiro. Brasil.
- [Cor04] ALENA: Adaptive-Length Evolving Neural Arrays. L.Corbalán, L.Lanzarini, A. E. De Giusti. *Journal of Computer Science & Technology*. Vol. 4 - No. 1 - April 2004 - ISSN: 1666-6038. pp. 59-65
- [Che99] Feature point tracking for incomplete trajectories D. Chetverikov and J. Verestoy. *Computing*, 62(4):321–338, 1999.
- [Gom94] Reconocimiento de Formas y Visión Artificial, Maravall Gomez-Allende. Addison-Wesley. Iberoamericana, 1994.
- [Gom97] Incremental Evolution Of Complex General Behavior. Gomez, F. and Miikkulainen, R. *Department of Computer Sciences, The University of Texas at Austin*. *Adaptive Behavior*. Vol 5, (1997), pp.317-342.
- [Gom99] Solving non-markovian Control Tasks with Neuroevolution. Gomez, F. and Miikkulainen, R. Department of Computer Sciences, The University of Texas at Austin. *Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-99, Stockholm, Sweden)*, San Francisco, CA: Kaufmann. (1999), pp. 1356-1361.
- [Han95] Studies in computational science: Parallel Programming Paradigms. Brinch Hansen. *Prentice Hall Inc*. 1995
- [Hwa93] Advanced Computer Architecture: Paralelism, Scalability, Programability, Hwang K. McGraw, 1993. IEEE Concurrency (colección de revistas 1990-2001)
- [IEE00] Statistical Pattern Recognition. *IEEE Transactions on Pattern Análisis and Machine Inteligence*. Vol 22, Nro. 1, Enero 2000
- [Jai99] Data Clustering. A review. Jain, Murty and Flynn. *ACM Computing Surveys*. Vol 31, nro. 3, Sep 1999

- [Ken02] Competitive Coevolution through Evolutionary Complexification. Kenneth O. Stanley and Risto Miikkulainen. *Department of Computer Sciences, The University of Texas at Austin*. Technical Report AI-02- 298 (December 2002).
- [Lanz00] Environment based Clustering. A New Approach. Lanzarini, De Giusti. *IWISPA 2000, 1st. Int'l Workshop on Image and Signal Processing and Analysis*. Croatia, Junio 2000. IEEE CAS & ASSP Croatia. Vol.1, pags. 75-80. Año 2000; ISBN : 953-96769-1-6.
- [Lan00] Una Nueva Red Neuronal para Clustering y Segmentación basada en el entorno. Lanzarini, De Giusti. *VI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. Ushuaia, Argentina, Octubre 2000. Vol. 3, Pags. 1389-1398. ISBN: 950-763-033-3
- [Lan01] Parallelizing a new neural network for environment based clustering. Lanzarini, De Giusti. Presentado en el V World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2001), Florida, USA, Julio 2001.
- [Lan98] Reconocimiento y Clasificación de los elementos de una muestra de sangre utilizando Redes Neuronales. Lanzarini, Vargas, Badrán, De Giusti. *6º Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías y Aplicaciones Informáticas*. Cuba.1998
- [Mor96] Efficient Reinforcement Learning through Symbiotic Evolution. Moriarty, D. E. & Miikkulainen, R. *Department of Computer Sciences, The University of Texas at Austin*. Austin, TX 78712. Machine Learning, Vol. 22, (1996), pp.11-33.
- [Mor97] Forming Neural Networks Through Efficient and Adaptive Coevolution. Moriarty, D. E. & Miikkulainen, R. Information Sciences Institute, University of Southern California. Department of Computer Sciences, The University of Texas at Austin. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*. Vol.5, (1997), pp.373-399.
- [Mori97] Symbiotic Evolution of Neural Networks in Sequential Decision Tasks. Moriarty, D. E. Department of Computer Sciences, The University of Texas at Austin *Ph.D. Dissertation*. Technical Report AI97-257, January 1997.
- [Per01] Applying ESP and Region Specialists to Neuro-Evolution For Go. Pérez Bergquist, A. S. Department of Computer Sciences, The University of Texas at Austin. *Honors Thesis, Technical Report CSTR01-24* ( May 2001).
- [Sco98] Computer Vision and Image Processing. A practical Approach using CVIPtools. Scott, U. Prentice Hall. 1998
- [Tor98] A New Neural Network for cluster-detection-and-labeling Torbjorn Eltoft, *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol.9, No. 5, pp.1021 – 1035, 1998
- [Vee01] Resolving Motion Correspondence for Densely Moving Points. C.J. Veenman, M.J.T. Reinders, and E. Backer. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 23, no. 1, pp. 54-72, January 2001
- [Ven98] A fast and robust point tracking algorithm. C.J. Veenman, E.A. Hendriks, and M.J.T. Reinders. In Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Image Processing, pages 653-657, Chicago, USA, October 1998.
- [Yao96] Ensemble Structure of Evolutionary Artificial Neural networks. Yao, X. and Liu, Y. Computational intelligence Group, School of Computer Science University College. Australian Defence Force Academy, Canberra, ACT, Australia 2600. 1996.
- [Yao97] A New Evolutionary System for Evolving Artificial Neural Networks. Yao, X. and Liu, Y. *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol 8, nro. 3, pp 694-713, 1997.
- [Yao99] Evolving Artificial Neural networks. Yao, X. School of Computer Science The University of Birmingham Edgbaston, Birmingham B15 2TT. Proceedings of the IEEE. Vol.87, No.9, (September 1999), pp.1423-1447.
- [Yon01] Cooperative Coevolution of Multi-Agent Systmes. Han Yong, Ch. and Miikkulainen, R. *Department of Computer Sciences, The University of Texas at Austin*. Technical Report AI-01-287 (Febraury 2001).