

Redes Neuronales para predecir la aptitud del alumno y sugerir acciones

Fernando Salgueiro¹, Guido Costa¹, Sabrina Cánepa¹, Fernando Lage¹, German Kraus², Nancy Figueroa², Zulma Cataldi¹

1 LIEMA. Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales
Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. liema@fi.uba.ar

2 Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica.
FICCTE Universidad de Morón nfigueroa@unimoron.edu.ar

RESUMEN

Debido a la recurrencia del problema presentado por los alumnos en lo que se refiere a su desempeño académico, se piensa en una aplicación de redes neuronales como apoyo al docente, al ser capaz de predecir las fallas de los estudiantes. Sobre esta predicción, se podrán establecer las actividades y acciones que el docente puede proponer al alumno para mejorar su desempeño. Para validar las hipótesis se adoptará un diseño cuasi-experimental. Las hipótesis a validar son: a) *Una red neuronal puede predecir fallas de los alumnos en su desempeño.* b) *En base a sus propias predicciones, una red neuronal es capaz de determinar la clase de acciones a tomar por el docente para mejorar el desempeño del alumno.* Se prevé la transferencia hacia la comunidad educativa del diseño instrumental, que dejará líneas de investigación abiertas de diversa complejidad para ser tratadas por investigadores formados y por tesis de grado.

Palabras clave: *redes neuronales, predicción, diagnóstico, comportamiento del alumno, rendimiento académico.*

1. ANTECEDENTES DEL TEMA.

A partir de diversas publicaciones se detectó una problemática recurrente centrada en que los alumnos no logran aprobar las evaluaciones. Se determinó el bajo rendimiento de los estudiantes en sus evaluaciones debido a diversos tipos de dificultades (Lage, Cataldi, Denazis 2000). Este hecho, no es privativo de ninguna institución universitaria, así como tampoco de ningún tipo de contenido tal como lo señala Bruno (2003). Prueba de ello son también las publicaciones periódicas (Pazos, 2006) acerca del desgranamiento universitario y el poco satisfactorio desempeño de los estudiantes, así como también los ingentes esfuerzos que realizan las universidades para proporcionar a sus estudiantes andamiajes a través de programas de inserción, programas de tutorías, etc. Este trabajo de investigación surge con fines prácticos por lo que se tratará de encaminar la propuesta mediante la predicción

basada en el análisis de los exámenes de los estudiantes para poder efectuar luego, un diagnóstico a fin de sugerir diferentes estrategias de refuerzo. Se piensa que las redes neuronales son una herramienta adecuada para llevar a cabo esta predicción y diagnóstico y *a partir del relevamiento de la información no se detectaron herramientas informáticas aplicadas a este problema o similares.*

Se toman como datos de partida las notas de las evaluaciones de los estudiantes, las que se guardan en una base de datos de alumnos. A partir de estos datos el sistema deberá ser capaz de predecir las próximas fallas de un alumno, y como consecuencia de esto determinar cuál debería ser la siguiente secuencia de problemas y/o ejercicios que el estudiante debería realizar para mejorar su rendimiento y por ende sus calificaciones (Olhsson 1996). El problema de la predicción y el diagnóstico incluye:

- Una *etapa de diagnóstico*, determinada por las respuestas dadas por los alumnos en sus exámenes parciales y finales.
- Una *etapa de predicción de errores futuros y la determinación de la ejercitación* que deberá resolver un alumno a fines de mejorar su rendimiento.

Este problema está relacionado directamente con los contenidos de la asignatura, y además debe considerar, desde el punto de vista didáctico tanto las acciones del docente, como las variables devenidas del estudiante que conforman el triángulo didáctico, en tanto que éste es un proceso de comunicación.

2. ESTADO ACTUAL DEL TEMA.

Las redes neuronales son modelos que intentan reproducir el comportamiento del cerebro que constan, de dispositivos elementales de proceso denominados neuronas artificiales. Una definición clara puede ser: *“una red neuronal artificial es un procesador distribuido, masivamente paralelo, que tiene una predisposición natural a almacenar conocimiento experimental y hacerlo disponible para su utilización”* [6].

Otra definición válida es la que plantea ARPA¹ en su Neural Network Study [5] en la que una: “*red neuronal artificial es un sistema compuesto de muchos elementos simples de procesamiento operando en paralelo y cuya función es determinada por la estructura de la red, fuerza de las conexiones y el procesamiento llevado a cabo en los elementos individuales o nodos*”. También, Kohonen (1998) plantea que “*una red neuronal artificial es un conjunto de redes interconectadas masivamente en paralelo de elementos simples, usualmente adaptativos, y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico*” [9]. Mientras que existen definiciones que se aproximan más a los modelos biológicos, como la de Zurada, (1992), quien plantea que “*una red neuronal artificial, es un sistema celular físico que puede adquirir, almacenar y utilizar el conocimiento experimental*” [17]. Independientemente de las diferencias en las distintas definiciones, el elemento clave del paradigma de las redes neuronales artificiales son las estructuras que provee el sistema de procesamiento de la información.

La neurona artificial pretende simular las características más importantes de las neuronas biológicas y cada una se caracteriza en un instante cualquiera por un estado de activación que transforma el estado actual en una señal de salida. En los sistemas biológicos, el proceso de cambio de estado es un proceso asincrónico, mientras que en las neuronas artificiales este proceso es un proceso sincrónico. Generalmente se pueden encontrar tres tipos de neuronas: de *entrada* que son aquellas que reciben estímulos externos, relacionadas con el aparato sensorial. Son las que cumplen la función de ingreso de información al sistema, *ocultas* que se encargan de procesar la información ingresada, es decir se genera algún tipo de representación interna de la información y se la procesa, y finalmente las de *salida*, las cuales dan la respuesta del sistema, una vez finalizado el período de procesamiento.

Esta visión representa al cerebro humano como una máquina, que exhibe ciertas cualidades de procesamiento de la información que la ciencia trata de emular (Nilson, 1995).

Las redes neuronales se caracterizan por su topología, es decir por la disposición de las neuronas que forman la red formando capas o agrupaciones de neuronas que están, en mayor o menor medida alejadas de la entrada y la salida de la red. En este sentido, los parámetros fundamentales de red son: el número de capas, el número de neuronas por capa, el grado de conectividad y el tipo de conexiones entre neuronas.

También se pueden clasificar según el número de capas como:

- *Redes Monocapa*: donde las neuronas que componen esta única capa deben cumplir las tres funciones: de entrada de datos, de procesamiento de datos y de salida de información pudiendo tener conexiones autoconcurrentes o no. Algunas de las implementaciones más conocidas son: Shunting Grossberg (SG) (Carpenter *et al.*, 1987); Optimal Linear; Boltzman Machine (Ackley *et al.*, 1985) Cauchy Machine (Ackley *et al.*, 1985)
- *Redes Multicapa*: que disponen de conjuntos de neuronas agrupadas en varios niveles donde las conexiones pueden estar solas en una capa, en varias o en todas, por lo que cabe señalar los dos tipos básicos de redes multicapa:
 - *Feedforward*: donde todas las señales neuronales se propagan hacia delante a través de las capas de la red y normalmente las conexiones autorecurrentes no son útiles en aplicaciones de reconocimiento o clasificación de patrones.
 - *Feedforward/feedback*: en este tipo de redes circula información tanto hacia delante como hacia atrás durante el funcionamiento de la red. Algunas redes neuronales tienen un funcionamiento denominado resonancia, donde la información de las n capas interactúa entre sí hasta alcanzar un estado estable.

Algunas de las implementaciones más conocidas son: Learning Vector Quantization (LVQ) (Kohonen, 2001); Topology Preserving Map (TPM) o S.O.M. (Kohonen, 2001);

¹ Advanced Research Projects Agency (ARPA), creada por la directiva 5105.15 del Department of defense (DoD) de los Estados Unidos. Su responsabilidad principal es el desarrollo de proyectos avanzados en los campos de investigación y desarrollo que designe individualmente el departamento de defensa. Antes de 1993 su nombre era DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). <http://www.darpa.mil>. Consultado el 23/09/2005

Temporal Associative Memory (Wan *et al.*, 1990).

De acuerdo al tipo de entrada de la red puede establecerse como una clasificación apropiada de redes neuronales, la que se muestra en la figura 1:

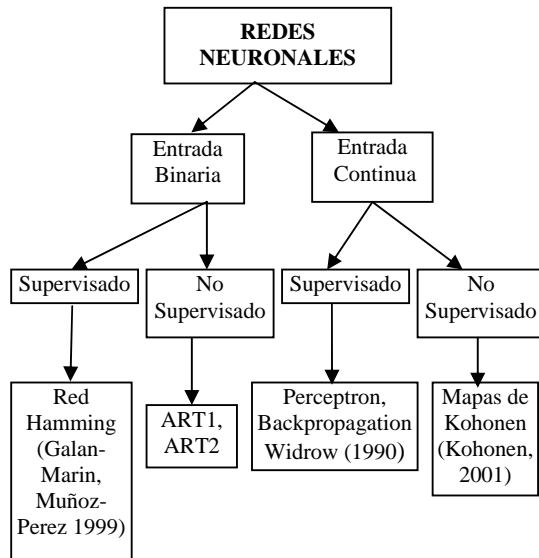


Figura. 1. Clasificación de Redes Neuronales

La emulación que realiza la neurona artificial, esquematizada en la figura 2, se basa en tres características:

- Las entradas que representan las señales que provienen de neuronas antecesoras con las que esta conectada (X_i)
- Los pesos que representan la intensidad de la sinapsis del proceso real. (W_i)
- La función umbral, que representa un valor límite de excitación que debe sobrepasar la célula para activarse. (ϕ)
- La salida. (J)

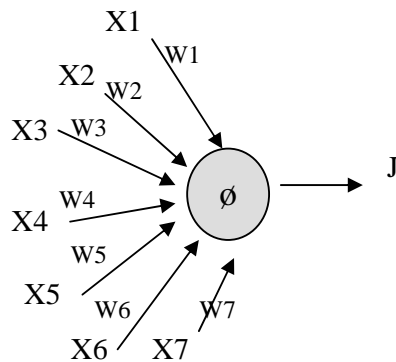


Fig. 2 Esquema del funcionamiento de una neurona artificial

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

- Implementar redes neuronales para predecir el rendimiento académico de los alumnos.
 - Implementar redes neuronales para diagnosticar y proveer andamiaje con el objeto de mejorar el rendimiento en un dominio dado.
 - Evaluar el sistema utilizando datos estadísticos almacenados y con un grupo de docentes y grupos de estudiantes disponibles en la un curso de la Universidad de Morón.
- 4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.**
- Una red neuronal puede predecir fallas de los alumnos en su desempeño.
 - En base a sus propias predicciones, una red neuronal es capaz de determinar la clase de acciones a tomar por el docente para mejorar el desempeño del alumno.

5. GRADO DE AVANCE

Para abordar esta etapa inicial de la investigación, se pensó en un proceso de entrenamiento de la red en el cual se expondrá un conjunto de patrones de entrada y se ajustarán los pesos de forma que al final de este proceso se obtengan las salidas deseadas, que en este momento están clasificadas en dos categorías diferentes. Para ello, entonces, deberán, inicialmente, conformarse los patrones de entrada que representen las características de los alumnos en cuanto a sus logros en el dominio cognoscitivo definido en términos de conductas. Actualmente la universidad provee de sistemas formales de medición de logros que son las evaluaciones. Como establece Avolio de Colls (1987) una evaluación de logros cognoscitivos aborda diferentes aspectos, por lo que éstos se constituirían en los componentes de los vectores de entrada para la red neuronal. Estos aspectos serán:

- Información
- Conformación
- Aplicación
- Síntesis
- Pensamiento crítico
- Trabajo intelectual

Para cada uno de estos aspectos, que se constituyen en un valor dentro del conjunto de valores que representa al alumno, se establecen los indicadores a ser incluidos en la evaluación. Como el logro de los alumnos es una variable difícil de representar en cuanto a que depende de cuestiones ajenas al ámbito de aprendizaje, y por ello no factible de incluir en instrumentos de medición, se decide iniciar el proceso de toma de datos con pruebas diagnósticas que

apoyarán las evaluaciones parciales. La finalidad de estas pruebas es la de explorar el estado inicial del alumno y establecer cómo se encuentra respecto de los requisitos previos al nuevo aprendizaje.

6. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

De lo expuesto se puede ver que cada conjunto de datos que represente al alumno, no puede ser obtenido en forma sencilla; de manera que se necesitará un proceso de recurrencia que mejore paulatinamente el proceso.

Por otro lado, se ha visto que inicialmente, conviene abordar el proceso de una red con entrenamiento supervisado de manera que exista un mayor control en la modelización descripta.

En lo que sigue, se debe iniciar el proceso de toma de datos que se utilizaran para el entrenamiento de la red, así como también, iniciar el proceso de construcción de la misma.

7. REFERENCIAS

- [1] Ackley, D.H.; Hinton, G.E.; Sejnowski, T.J. (1985). *A learning algorithm for Boltzmann machines*. Cognitive Science 9, 147-169.
- [2] Avolio de Colls S. (1987) *Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje*. Ediciones Marymar. Bs. As.
- [3] Bruno, O. (2003). *Resultados de investigación acerca de los problemas de aprendizaje de algoritmos*. UTN.
- [4] Carpenter, G.A.; Grossberg, S. (1987). *A massively parallel architecture for a self-organizing neural pattern recognition machine*. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 37:54-115.
- [5] D.A.R.P.A. (1988). *Neural Network Study*. Defense advanced research projects agency <http://darpa.mil>, AFCEA international press. p. 60.
- [6] Díaz García, Ma. del Prado (2003) *Un sistema ubicuo para el control de propiedades de refino de crudo*. Universidad de Castilla La Mancha
- [7] Galan-Marin. G. and Muñoz-Perez, J. (1999) *Diseño de una Red Neuronal para la resolución del Problema de los Cuatro Colores*. journal de Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de IA. Num. 8. pp 6-17. Disponible en lcs.uned.es:8080/aepia/Uploads/8/163.gz. Consultado 15/03/06
- [8] Kohonen, T. (1988). *Self-Organizing Maps Springer Series in Information Sciences*. Vol. 30, Springer, Berlin, Heidelberg, NY. P. 236.
- [9] Kohonen, T. (1998). *An introduction to neural computing*. Neural networks. Vol 1. p. 3-16.
- [10] Kohonen, T. (2001). *Self-Organizing Maps, third edition. Springer series in information sciences*. Ed Springer.Helsinki University of Technology Neural Networks Research Centre P.O. Box 5400 02015 HUT, Espoo, FINLAND. ISBN 3-540-67921-9 Thought, pages 286-310. Pitman, London.
- [11] Lage, F.; Cataldi, Z. y Denazis, J. M. (2000). *The Scripts of University Students and Experts in the Preparation of the Examinations: A Study in Process*. FIE 2000: 30th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Kansas City Missouri, 18-21 de octubre. Paper 1154. Proceedings en CD-ROM. ISBN 0-7803-6242/0/
- [12] Nilsson, N. (2001) *Inteligencia Artificial. Una nueva síntesis*. Mc Graw-Hill Interamericana de España.
- [13] Ohlsson, S. (1996) *Learning from performance of errors*. Psychological Review 3 (2) p. 241-262.
- [14] Pazos, N. (2006) *Los docentes tienen un alto compromiso*. Entrevista a A. Puiggrós. Disponible en <http://abc.gov.ar/LaInstitucion/NoticiasDeLaDGCyE/completo.cfm?id=1108&tipo=3&fecha=06/02/2006>. Consultado 13/04/06.
- [15] Wan, E.A. (1990). *Temporal backpropagation: An efficient algorithm for finite impulse response neural networks*. in Proceedings of the 1990 Connectionist Models Summer School, Touretzky, D.S., Elman, J.L., Sejnowski, T.J., Hinton, G.E., eds., San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, pp. 131-140.
- [16] Widrow B., Lehr M. *30 years of adaptive neural networks: Perceptron, Madaline. and Backpropagation*. Proceedings of the IEEE, vol 78 Num. 9 Septiembre de 1990. pp 1415-1442
- [17] Zurada, J. M. (1992). *Introduction to Artificial Neural Systems*. West Publishing Company.