

Redes neuronales y predicción de tráfico

Neural networks and prediction of traffic

NELSON STIVET TORRES ÁLVAREZ

Ingeniero electrónico. Estudiante de la Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. *nstorresa@correo.udistrital.edu.co*

CÉSAR HERNÁNDEZ

Ingeniero electrónico, magíster en Ciencias de la Información y las Comunicaciones. Docente e investigador de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. *cahernandezs@udistrital.edu.co*

LUIS F. PEDRAZA

Ingeniero electrónico, magíster en Ciencias de la Información y las Comunicaciones. Docente e investigador de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. *lfpedrazam@udistrital.edu.co*

Clasificación del artículo: Investigación (Recreaciones)

Fecha de recepción: 30 de mayo de 2011

Fecha de aceptación: 29 de agosto de 2011

Palabras clave: Pronóstico, red de datos, red neuronal, tráfico.

Key words: Forecasting, data network, neural network, traffic.

RESUMEN

El presente documento muestra el desarrollo de un modelo de tráfico basado en redes neuronales. Los datos de tráfico que se utilizaron en el entrenamiento de la red neuronal se extrajeron de una red de datos LAN Ethernet a través del snifer Ethereal; también se utilizó el software MATLAB para modelar la red neuronal de tres capas. Los resultados obtenidos evidencian la gran flexibili-

dad y precisión de las redes neuronales en el modelamiento de tráfico de una red Ethernet, si se cuenta con el suficiente número de muestras de tráfico para entrenarla.

ABSTRACT

This paper shows the development of a traffic model based on neural networks. Traffic data used in training of the neural network were extracted

from a data network through the Ethernet LAN Etheral Sniffer; also MATLAB software was used to modeling the three-layer neural network. The results show the flexibility and accuracy of

neural networks in modeling of Ethernet network traffic, if you have a sufficient number of samples of traffic to train it.

* * *

1. INTRODUCCIÓN

El uso de sistemas inteligentes para la resolución de problemas cotidianos, se convierte en una herramienta indispensable y de gran ayuda, cuando otros modelos matemáticos no logran representar con exactitud el comportamiento de un sistema [1], [2].

Las redes neuronales artificiales (Artificial Neural Networks, “ANN”) son utilizadas como mecanismo de aprendizaje en diferentes modelos computarizados [3].

En teletráfico las ANN se aplican como mecanismo para predecir tráfico en redes de alta velocidad para controlar la congestión [4], [5], predicción dinámica del ancho de banda, predicción de errores y clasificación de tráfico, entre otras.

2. NEURONAS ARTIFICIALES

El cerebro del ser humano es un órgano complejo, está diseñado no solamente para hacer funcionar el cuerpo, sino también para solucionar infinidad de problemas en un tiempo muy corto, éste a su vez está compuesto por millones de neuronas interconectadas que permiten el procesamiento de una gran cantidad de información [6] - [8].

Los científicos en la búsqueda del funcionamiento del cerebro y de alcanzar su capacidad de procesamiento han tratado de recrear neuronas usando herramientas computacionales [9], esta idea ha permitido que puedan ser utilizadas para la resolución de problemas complejos en diferentes ámbitos.

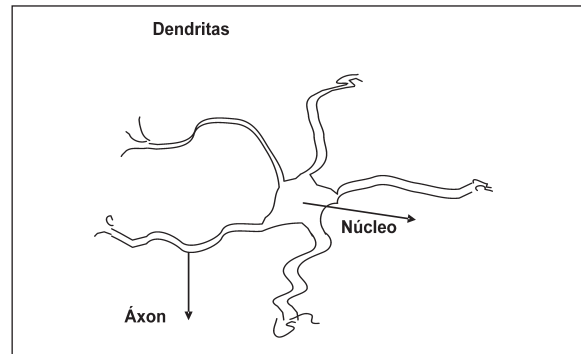


Fig. 1. Neurona del Sistema Nervioso Humano.

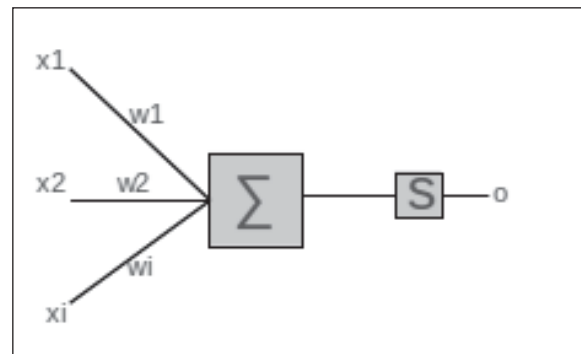


Fig. 2. Neurona Artificial.

Donde, ‘xi’ es el valor de la entrada i-ésima, ‘wi’ es el peso de la conexión, ‘o’ es la salida de la neurona y ‘s’ es la función no-lineal o función de activación [10]. La red estaría dada por:

$$red = w1x1 + w2x2 + \dots + wnxn.$$

2.1 Pesos

Los pesos son coeficientes adaptativos que a través de la fase de entrenamiento son modificados para que aprendan correctamente la relación entre las entradas y las salidas [11], [13].

2.2 Función de transferencia

La función suma y la función de transferencia son dos componentes de las redes neuronales que realizan actividades muy importantes. La función sumatoria, suma el producto entre los vectores de entrada y el vector de pesos, y luego, se dirige el resultado a la función de transferencia que generalmente es no lineal y es la que determina el estado dinámico de un sistema de redes neuronales [12] - [15].

Existen varios tipos de funciones de activación: sigmoide, tangente hiperbólica, función signo, entre otras.

2.3 Arquitectura

La combinación de neuronas se realiza mediante capas [12], [16] y dependiendo de éstas y de la interconexión entre ellas se tienen diferentes clasificaciones:

Tabla 1. Arquitectura

Depende de	Clasificación
Número de Capas	Monocapa (1 capa) Multicapa (Más de una capa).
Tipos de Conexiones	Recurrente (realimentación) No recurrente
Número de conexiones	Totalmente conectada Parcialmente conectada

2.4 Perceptron multicapa (MLP)

Las redes perceptron multicapa se aplican a problemas de clasificación, modelización, predicción en series temporales, control discreto, etc. [17], [18]. Tiene un sistema de aprendizaje por minimización de error, la primera capa es la de entrada, la última es la capa de salida y las intermedias se denominan ocultas.

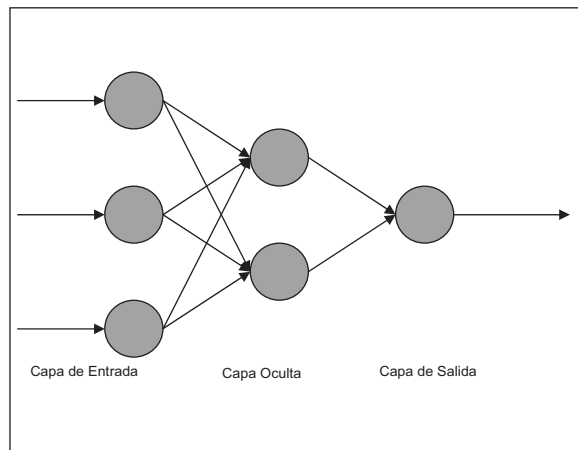


Fig. 3. Red perceptron multicapa.

3. PREDICCIÓN DE TRÁFICO

Existen diferentes métodos para predecir tráfico a partir del estudio de series estacionarias no deterministas asociadas a diferentes momentos de tiempo, entre ellos se pueden destacar:

- Modelo AR
- Modelo ARI
- Modelo BOX-Jenkins o ARIMA

La técnica empleada consiste en extraer las relaciones subyacentes de los valores pasados y se utilizan para extrapolar y predecir el comportamiento futuro [14], [19].

Sin embargo, para efectos de este artículo se analizará la predicción de tráfico usando las redes neuronales, que presentan grandes ventajas en cuanto a adaptación y manejo computacional.

4. METODOLOGÍA

A continuación se realiza un experimento informático, con el fin de corroborar el funcionamiento de las redes neuronales y la versatilidad de aplicaciones, en este caso la predicción del volumen de tráfico en una red LAN.

Los datos muestreados fueron obtenidos en un intervalo de 50 seg en una red LAN, utilizando un software libre para la medición del ancho de banda.

En la siguiente tabla se encuentran algunas muestras de los datos utilizados:

Tabla 2. Muestras de tráfico LAN.

t [seg]	M bits por segundo
1	2.97
2	0.9
3	1.74
4	2.47
5	2.56
6	1.43
7	0.38
8	0.19
9	0.51
10	0.7
11	2.35
12	2.99
13	0.69
14	0.3
15	2.16
16	2.49
17	2.44
18	1.37
19	2.89
20	1.35
21	0.96
22	1.83
23	1.25
24	1
25	2.96

La información extraída de la red LAN se usó para entrenar una red neuronal artificial (ANN), con el fin de realizar la predicción del tráfico futuro.

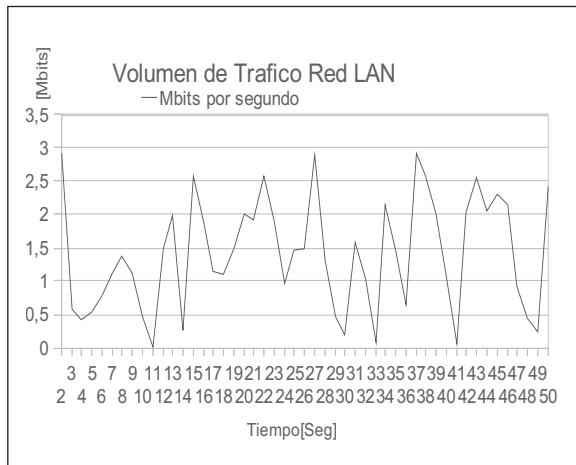


Fig. 4. Volumen de tráfico red LAN.

Utilizando el método de prueba y error, se configuraron los parámetros de la red (ANN) para que permitiera identificar y predecir el tráfico de acuerdo con la información suministrada.

Para crear la red se utilizó el software [®] Matlab, el cual facilita la creación de redes neuronales a través del lenguaje de programación matemático.

Inicialmente se probaron diferentes modelos y parámetros, pero el que mejor aproximó el comportamiento para estas muestras fue el siguiente:

Se utilizó una capa de entrada, una capa de salida, una capa oculta con función de activación lineal (ver Fig. 5).

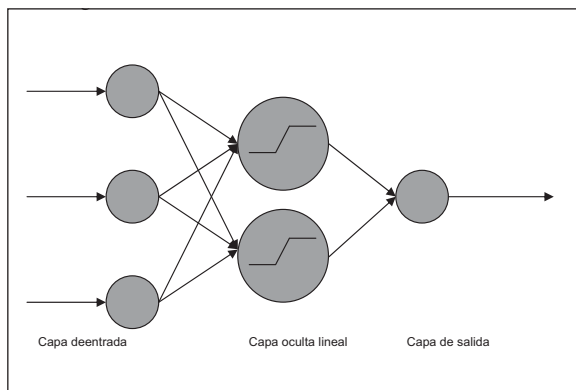


Fig. 5. Modelo utilizado.

4.1 Código red neuronal (ANN)

Seguidamente se observa el algoritmo utilizado para crear la red neuronal artificial.

```
T;
%Vector tiempo en seg

w;
% Vector capturas de tráfico

Q=length(w); % Longitud del Vector

P=seros(10,Q);
% inicialización del vector de IN

P(1,2:Q) = w(1,1:(Q-1));
P(2,3:Q) = w(1,1:(Q-2));
P(3,4:Q) = w(1,1:(Q-3));
P(4,5:Q) = w(1,1:(Q-4));
P(5,6:Q) = w(1,1:(Q-5));

plot(t,w);
% Gráfica del tráfico a predecir

%Config. del gráfico

Xlabel ('Time [Seg]');
Ylabel ('Traffic [Mbits]');
Title ('Traffic to Predict');

% Creación de la red neuronal

net=newlind(P,w);
% Se ingresa el vector de entrada, y el vector
target (Objetivo)

simu=sim(net,P);
% Se simula la red con el vector de entrada y se
almacena en simu.

figure

plot(t,simu,t,w,'--');

% plot(t,simu);
```

```
xlabel('time [seg]')

ylabel('Output Simulation ANN (Blue) Target(--)[Mbits]')

title('Output ANN (Simulation) and Target Signals (Traffic to Predict)')

e=w-simu;

%Cálculo del error

figure

plot(t,e) %Gráfica del error

hold on

plot([min(t) max(time)],[0 0],':r')

hold off

xlabel('Time [Seg]')

ylabel('Error')

title('Error Signal')
```

5. RESULTADOS

Como se observa en las siguientes gráficas de comportamiento, después de realizar el entrenamiento de la red neuronal con el algoritmo de aprendizaje, se alcanza el objetivo de predecir el tráfico de la red, verificando que es una herramienta válida para este tipo de aplicación.

El modelo neuronal elegido cumple a cabalidad, respondiendo adecuadamente según lo que se espera del comportamiento de la red, en un intervalo de tiempo determinado.

Comparando la salida simulada de la red en color azul con el tráfico a predecir “línea punteada verde” Fig. 7, se observa un periodo transitorio al comienzo y después la predicción del tráfico es muy aproximada al comportamiento real de la red LAN, tal como se observa en la gráfica de error Fig. 8, donde se evidencia cómo disminuye

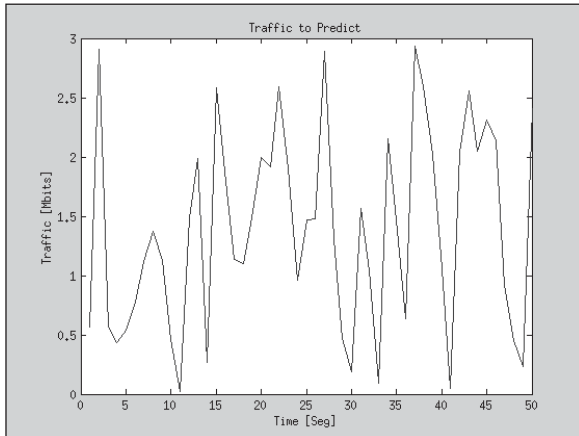


Fig. 6. Tráfico a predecir.

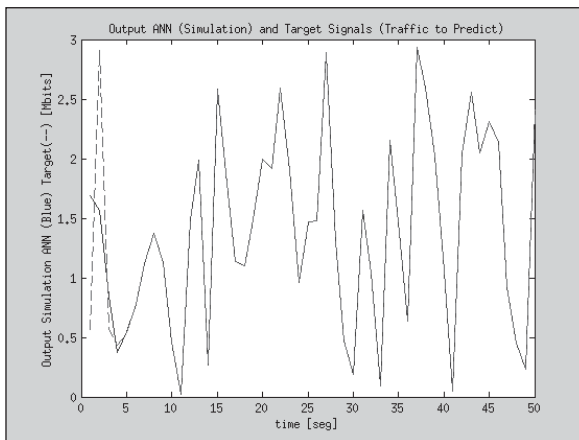


Fig. 7. Simulación de la ANN vs. Volumen de tráfico a predecir.

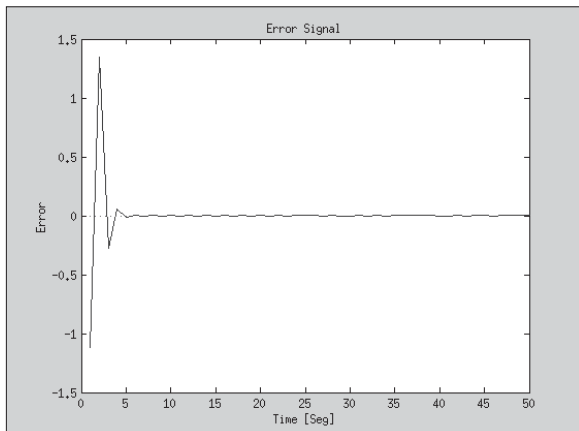


Fig. 8. Error entre el tráfico a predecir y la simulación.

el error prácticamente llegando a un valor muy cercano a cero a medida que el tiempo transcurre.

Adicionalmente, la red neuronal responde con la rapidez necesaria para igualar el flujo de tráfico en la red, ratificando su gran capacidad de aprendizaje y adaptación a diferentes entornos y sistemas.

6. CONCLUSIONES

Predecir el tráfico utilizando como herramienta las redes neuronales artificiales es posible.

Gracias al entrenamiento de la red y ajuste de los valores de los pesos, después de realizar varias iteraciones el modelo empieza a predecir con un error que tiende a cero y arroja excelentes resultados.

Como se evidencia en este documento es una interesante alternativa para la predicción no solamente de problemas relacionados con el volumen de tráfico, sino a otros parámetros como por ejemplo: clasificación de tráfico, predicción de errores [20], [21], reconocimiento de patrones, etc.

La inteligencia artificial es una alternativa adicional para enfrentar este tipo de problemas, que de otra forma sería más complejo solucionarlos.

La flexibilidad de las redes neuronales facilita su adaptación a diferentes entornos, entre ellos redes de comunicaciones, tráfico en general o identificación de sistemas.

Las redes neuronales son de gran utilidad para identificar sistemas que se comporten de manera lineal y no lineal, sin embargo, se hace necesario contar con tecnología que tenga alta capacidad de cómputo para que el resultado del entrenamiento de las neuronas se lleve en un menor tiempo y con una mayor exactitud.

REFERENCIAS

- [1] M. Turcaník, "Traffic lights control using recurrent neural networks," *Science & Military*. vol. 2, 2009.
- [2] D. Teodorovic, V. Varadarajan, J. Popovic, M. Chinnaswamy, S. Ramaraj, "Dynamic programming--neural network real-time traffic adaptive signal control algorithm," *Journal Annals of Operations Research - Annals*, vol. 143, no. 1, pp. 123-131, 2006.
- [3] D. Patrick, *Neural agents spy network traffic errors*, 1998.
- [4] M. Shareef, "Development of dynamic real-time integration of transit signal priority in coordinated traffic signal control system using genetic algorithms and artificial neural networks," 2008.
- [5] S. Mohamed and N. Mahmoud. "High-speed network traffic prediction and its applications using neural networks and self-similar models," *Journal of High Speed Networks*, vol. 15, no. 2. pp. 111-112. Jan. 2006.
- [6] C. Samira, Z. Abdelouhab, A. Jilali, "Identification and Prediction of Internet Traffic Using Artificial Neural Networks," *Journal of Intelligent Learning Systems and Applications* vol. 2, no.3, pp. 147-155. 2010.
- [7] T. Ahmed, *A neural network model for traffic management in broadband networks*, Doctoral Dissertation. City University of New York. 1994.
- [8] H. Shan and B. Ran, *An application of neural network on traffic speed prediction under adverse weather conditions*, 2003.
- [9] H. Jiuyi, *Applications of ANNs in transportation engineering: Development of a neural traffic signal control system*, Doctoral Dissertation. University of Delaware Newark. 1995.
- [10] J. Wook, *Traffic flow control and scheduling of cells in ATM switch using neural networks*, 1996.
- [11] T. Benjamin, "Incorporating neural network traffic prediction into freeway incident detection," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1679, pp. 101-111. Jan. 2007.
- [12] J. Giertl, J. Baca, F. Jakab, R. Andoga, "Adaptive sampling in measuring traffic parameters in a computer network using a fuzzy regulator and a neural network," *Cybernetics and Systems Analysis*, vol. 44. no. 3, May. 2008.
- [13] V. Francois and M. Eng, "A neural network approach to detect traffic anomalies in a communication network," 1992.
- [14] J. Chen, *Characterization and implementation of neural network time series models for traffic volume forecasting*, University of Toledo, 1997.
- [15] J. Miller and E. Bednar, "Player vs. Bot Traffic Analysis Using Artificial Neural Networks," *Proceedings of Industrial Engineering Research Conference*, Cancun, June. 2010.
- [16] F. Keng. *An artificial neural network controller for airport air-traffic control*, Fullerton: California State University, 1991.

- [17] D. Zhen, *A static traffic assignment model combined with an artificial neural network delay model*, PhD thesis, University Digital Commons. 2007.
- [18] Z. Li. *Optimizing traffic network signals around railroad crossings*, PhD Thesis, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, 2000.
- [19] J. Xiaomo and A. Jjjat, “Dynamic Wavelet Neural Network Model for Traffic Flow Forecasting,” *Journal of Transportation Engineering*. vol. 131, no. 10, Jan. 2005.
- [20] A. Moustapha and R. Selmic, “Wireless sensor network modeling using modified recurrent neural network: Application to fault detection,” *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 57, no. 5, pp. 981-988. May. 2008.
- [21] Q. Fengxiang, *Intelligent classification, simulation and control of traffic flow*, Ph.D Thesis. Hong Kong University of Science and Technology, 2000.