

SELECCIÓN DE PERSONAL MEDIANTE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Personnel Selection using Artificial Neural Networks

MSc. Franz Cuevas Q.

franzcq@gmail.com, fcuevas@umsa.bo

RESUMEN

En un estudio que publico IEEE se les pregunto a los vicepresidentes de ingeniería de tres grandes compañías tecnológicas cual era el contribuyente más importante para un proyecto de software exitoso. Coincidieron todos que lo más importante es la habilidad de reclutar un buen personal. Existen muchas técnicas de selección de personal, valores directos más valores cualitativos que son tratados en algunos casos con conjuntos difusos. El estudio involucra a parte de estos dos factores la medición de la personalidad el 16PF planteado por Raymond B. Cattell, de las cuales se reagrupa de acuerdo a los evaluadores y a la necesidad del perfil de trabajo con el perfil del personal, se tomo cuatro variables de la personalidad y el resultado de selección de personal el índice de alejamiento (de Aluja 2002). La red neuronal consta de 13 neuronas de entrada y 3 neuronas de salida que corresponde a la selección del personal en sí, dos capas ocultas, con 8 neuronas cada una. Los experimentos muestran el entrenamiento o aprendizaje de la selección de personal con un error máximo permitido de 0.15, 0.10 y 0.05

Palabras clave:

Aprendizaje supervisado; Redes neuronales Artificiales; Selección de Personal, medición de la personalidad, conjuntos difusos, Retropropagación

ABSTRACT

In a study published by IEEE, vice-presidents of engineering from three big technology companies were asked which was the most important provider for a successful software project. All of them agreed that the most important thing is the ability to employee good staff. There are many techniques of recruitment, direct values and qualitative values that are treated in some cases with fuzzy sets. Also, the study involves the personality measuring called 16PF raised by Raymond B. Catell; all these measurements are regrouped according to the assessors and the need of a job profile according to the personal profile. In the experiment, there was taken four personality variables and the result was the recruitment of stuff and the restraining index. The neuronal network has 13 input neurons and 3 output neurons corresponding to the selection of stuff, has two hidden layers, each one with 8 neurons. The experiments show the training set or learning from the recruitment section with a maximum error permitted between 0.15 and 0.05.

keywords:

Supervised Learning, Artificial Neural Networks, Personnel Selection, personality measurement, fuzzy sets, Backpropagation

INTRODUCCIÓN

La gestión eficaz de la gestión de proyectos de software o la ingeniería de software involucra **Proyecto**, **Proceso**, **Producto**, **Presupuesto** y **Personas**, denominados 5P's., seguramente otro tipo de proyectos también requieren las 5P's. Cada una de las P's es importante, pero particularmente lo más importante son las Personas y como elegir esas personas.

En la selección del personal generalmente algunos parámetros que se toman en cuenta son: **Técnico** (conocimientos y experiencia), **Gestión** (motivación, organización, innovador, etc.). Pero es fundamental tener en cuenta el factor de la **personalidad** (La personalidad es un conjunto de características que están unidos al comportamiento, y conducta de cada individuo, que puede afectar al rendimiento de una institución o empresa).

Se utilizarán las variables de la personalidad 16PF de Raymond B. Cattell (16 Factores de Personalidad), que es un instrumento de valoración objetiva, que muestra una visión completa de la **personalidad**

Se analizan dos modelos de selección planteado por Gil Aluja 2002, "la selección de personal" y Jia-Yang Liu, Ta-Chu y Antonio Velásquez "Modelo de evaluación y selección de personal con conjuntos difusos". El Modelo de selección planteado es en base a Gil Aluja, que muestra el análisis con valores difusos para encontrar el índice de alejamiento a la cual añadimos las variables de personalidad (sociabilidad, respeto, el individualismo y el cumplimiento) para resolver mediante la selección de personal con Redes Neuronales Artificiales

Por otro lado los conceptos de Redes Neuronales están basados artículo del I.I.I. de Reconocimiento de Caracteres con redes neuronales, F. Cuevas, 10/2012.

Para una red neuronal artificial RNA existen varias definiciones: Elemento computacional de procesamiento, como unidades similares a las del cerebro humano, que tiene la capacidad de procesar información y aprender de ella. (Hilera 1995). Una forma de computación inspirada en modelos biológicos. También se puede considerar, como una emulación a través de algoritmos formales de la conducta del cerebro humano, de captar, procesar, analizar, aprender y tomar una decisión (salida) FCQ.

MÉTODOS

ESTRUCTURA DE LOS MODELOS DE RNA

McCulloch y Pitts en 1943 construyeron un modelo abstracto y simple de una neurona artificial, que es una unidad de cálculo que modela el comportamiento de una neurona natural. Este modelo es elemento básico, ver figura 1.

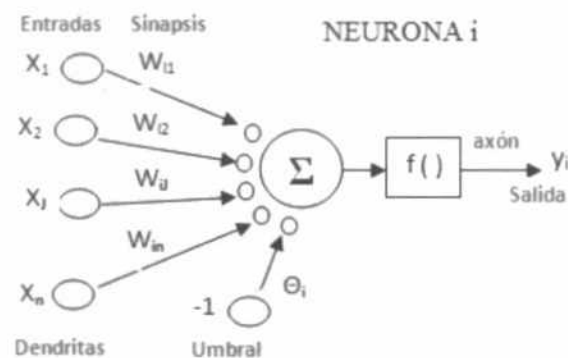


Fig. 1. Modelo de una neurona estándar

Fuente: Martín B., Sanz A. (2002).

CLASIFICACION DE REDES NEURONALES

La clasificación es por el tipo de conexión y el tipo de aprendizaje

Tipo de conexión

Representa la arquitectura, estructura o patrón de conexiones de una red neuronal, que son tres:

- 1) **Redes Monocapa**, los más conocidos son el perceptron, Adaline
- 2) **Redes Multicapa**, Perceptron multicapa
- 3) **Redes Recurrentes**, red de Hopfield

Tipos de aprendizaje

Según J. Hilera, el **aprendizaje** es el proceso por el cual una red neuronal modifica sus pesos en respuesta a una información de entrada. Aprendizaje Supervisado (Aprendizaje por corrección de error, Aprendizaje por refuerzo, aprendizaje estocástico), Aprendizaje Supervisado (Aprendizaje hebbiano, Aprendizaje competitivo y cooperativo).

PERCEPTRON MULTICAPA

El perceptron multicapa o multinivel, es un perceptron simple, pero, añadidos con capas ocultas o capas intermedias. Esta arquitectura, realiza el aprendizaje o entrenamiento mediante el algoritmo de retro propagación de errores, que se denomina red de retropropagación (back propagation). El perceptron multicapa es una red de tipo recorrido hacia adelante (feed forward).

Una de las alternativas de solución, cuando no es linealmente separable es incrementar una capa o más. Es decir entrenar los nodos de las capas ocultas pertenecientes a arquitectura multicapa.

Pasos para la creación de una Red Neuronal

En este caso aplicaremos el entrenamiento para la red perceptron multicapa, dividiremos su aplicación en las capa de entrada, capas ocultas y capa de salida.

a) Crear la red neuronal

Determinar número de entradas o patrones de entrada

Determinar las Capas Ocultas

Determinar la salida o patrones de salida.

b) Propagar

Capa de entradas

$$neto_j = \sum_{i=1}^n w_{ji} * x_i ; j = 1$$

Función sigmoial

$$y_j = \frac{1}{1 + exp^{-neto_j}}$$

Capa Oculta

$$neto_j^h = \sum_{i=1}^l w_{ji} * y_i^{h-1} ; j = 2$$

$$y_j = \frac{1}{1 + exp^{-neto_j}}$$

Capa de Salida

$$neto_k = \sum_{j=1}^o x_{kj} * y_j$$

$$y_j = \frac{1}{1 + exp^{-neto_j}}$$

c) Calculo de errores

I. Error Cuadrado o error global

$$e = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m (d_k - y_k)^2$$

II. Error Salida

$$e_k = (d_k - y_k) * y_k * (1 - y_k)$$

III. Error Oculito

$$e_{hj} = \left(\sum_{k=1}^m (e_k * w_{kj}) * y_j * (1 - y_j) \right)$$

d) Modificación de pesos W

Modificar pesos, capa de entrada $w_{e(j,i)}$

Modificar pesos de capa oculta $w_{o(j,i)}$

Modificar pesos de capa de salida $w_{s(j,i)}$

de la descripción de Gil Aluja, 2002. Es un proceso de previsión, una comparación y una elección.

Comparación de cualidades de cada candidato con las exigencias al cargo, y es una elección entre los candidatos comparados, y la previsión de que los candidatos elegidos tengan éxito Fig. 2.

SELECCIÓN DE PERSONAL

La siguiente descripción está en base



Fig. 2. Reclutamiento y Selección de Personal

Análisis de tareas

Se analizan las tareas que deben ser asignadas a cada persona en el puesto de trabajo, enumerando las cualidades

Perfil del Puesto

Se debe fijar el *perfil ideal* de cada puesto de trabajo, para cada cualidad, característica o singularidad. El nivel que debería tener el *candidato perfecto*

Perfil del candidato

Se debe elaborar el perfil de cada candidato, susceptibles de contratación, a partir de pruebas, test, entrevistas, referencias, etc. Fijando los niveles poseídos de cada

cualidad, característica o singularidad. Que cumpla con los requisitos y competencias mínimas predeterminadas para el puesto de trabajo

Comparación de perfiles

Se debe comparar entre el perfil ideal de cada puesto de trabajo y el de los candidatos, para encontrar el mayor o menor aproximación entre las posibilidades *ideales* y *reales*.

Finalidad de la selección de personal

Es colocar en los cargos de la empresa (ya sea pública, privada, etc.) a las personas más adecuados de acuerdo a las necesidades, en el ámbito público, privado o académico.

Especificación de Puesto de Trabajo

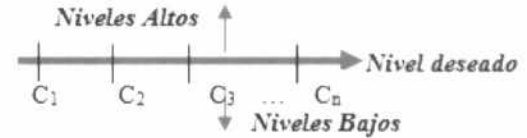
Fase I

Puesto	Jefe u otro cargo
Definir	Cualidades, características o singularidades (los más importantes o significativos)
C ₁	Dotes de conducción de personal
C ₂	Flexibilidad en el trato con el público
C ₃	Dedicación al trabajo
C ₄	Conocimiento de las tareas de sus funcionarios
C ₅	Formación técnica institucional
...	...

Se pueden definir más cualidades o características.

Penalización

Es importante definir la penalización de acuerdo al nivel deseado. Generalmente se sanciona los niveles bajos. También se puede sancionar los niveles altos, pero, también se sanciona los niveles bajos y los niveles altos de acuerdo al nivel deseado.



Ejemplo, castigar por encima y por de bajo las cualidades, características y singulares C₂ y C₃.

C₂ Flexibilidad en el trato con el público: El exceso de flexibilidad dificultaría la fluidez del servicio.

C₃ Dedicación al trabajo: El exceso de trabajo crearía tensiones con el resto de los funcionarios.

Mientras las cualidades, características o singularidades de C₁, C₄, C₅, C₆ son penalizados cuando no llega al nivel deseado.

Fase II

Asignación de valores

Es necesario asignar valores a cada nivel deseado de todas las cualidades. Para ello utilizamos los siguientes valores de cero a uno [0, 1].

0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Nulo	Malísimo	Muy Malo	Malo	Bastante Malo	Regular	Bastante Bueno	Bueno	Muy Bueno	Buenísimo	Excelente

Estos valores se asignan a los criterios después de un estudio necesariamente. Además, representa el **perfil del puesto de trabajo o perfil ideal del puesto de trabajo**:

T	C ₂	C ₃	C ₁	C ₄	C ₅	C ₆	...	C _n
	0.7	0.8	0.8	0.7	1	0.6	...	...

La tabla muestra, que el perfil del puesto de trabajo está representado por un subconjunto borroso representado por T. De manera formal se tiene:

T	C ₂	C ₃	C ₁	C ₄	C ₅	C ₆	...	C _n
	μ ₂	μ ₃	μ ₁	μ ₄	μ ₅	μ ₆	...	μ _n

Perfil Real de Candidatos

Después de test y pruebas, que pueden ser realizadas por empresas especializadas, y/o por la misma institución, como ejemplo, se tiene los siguientes valores representados por subconjuntos borrosos de candidatos P_i para un puesto de trabajo

P _i	C ₂	C ₃	C ₁	C ₄	C ₅	C ₆	...	C _n
P ₁	1	0.6	0.4	0.8	0.7	0.5	...	...
P ₂	0.3	0.7	0.6	0.6	0.8	0.7	...	...
...

Fase III

Acercamiento del Perfil ideal Vs. Perfil de cada candidato

a) **Primera regla, tan malo es no llegar al nivel exigido como sobrepasarlo.** Para lo cual se utiliza la distancia de Hamming, y el valor absoluto para tener el alejamiento **positivo**, tanto si la diferencia es positiva como si es negativa. Ejemplo Se aplica, a los criterios C_2 y C_3

	$C_2 + C_3$	Aleja- miento	...	C_n
P_1$	|0.7 - 1| + |0.8 - 0.6| =$	0.5	...	

P_2$	|0.7 - 0.3| + |0.8 - 0.7| =$	0.5		
P_6$	|0.7 - 0.6| + |0.8 - 0.4| =$	0.5		
...	-		.	..

b) **Segunda regla, es malo no llegar al nivel exigido, pero no se sanciona ni se premia el sobrepasarlo.** Calculamos la diferencia de nivel para cada característica, entre **la exigencia** y la **realidad** (no es necesario el valor absoluto), los valores negativos sustituimos por ceros. Se aplica, a los criterios C_1, C_4, C_5 y C_6 , para determinar el alejamiento entre cada postulante y el perfil ideal de estos criterios.

	C_1	+	C_4	+	C_5	+	C_6	=	Alejamiento	C_n
P_1	$0V(0.8-0.4)$	+	$0V(0.7-0.8)$	+	$0V(1-0.7)$	+	$0V(0.6-0.5)$	=	0.8	...
P_2	$0V(0.8-0.6)$	+	$0V(0.7-0.6)$	+	$0V(1-0.8)$	+	$0V(0.6-0.7)$	=	0.5	
P_6	$0V(0.8-0.5)$	+	$0V(0.7-0.6)$	+	$0V(1-0.7)$	+	$0V(0.6-0.8)$	=	0.7	
...										...

Alejamiento Total

Se debe encontrar el alejamiento total, con todas las cualidades o características $C_2, C_3, C_1, C_4, C_5, C_6, \dots$, realizando la suma para cada candidato o persona.

	Alejamiento	+	Alejamiento	=	Alejamiento Total
P_1	0.5	+	0.8	=	1.3
P_2	0.5	+	0.5	=	1.0
P_6	0.5	+	0.7	=	1.2
...					

de prioridad desde los valores mayores a los valores menores. Por lo tanto el cálculo consiste en encontrar el complemento.

	Lugar	Índice de alejamiento	Complemento	=	Índice de acercamiento
P_5	1	0.033	$1 - 0.033$	=	0.967
P_3	2	0.083	$1 - 0.083$	=	0.917
P_2	3	0.167	$1 - 0.167$	=	0.833
...					

Índices de alejamiento

	Lugar	Alejamiento Total		Índice de alejamiento
P_5	1	0.2	$0.2/6$	0.033
P_3	2	0.5	$0.5/6$	0.083
P_2	3	1.0	$1.0/6$	0.167
...				

El que se acerca más a uno es el postulante P_5 seguido de P_3 , que era de esperar.

Grados de importancia

Se debe tomar en cuenta los grados de importancia de las distintas cualidades, es decir la importancia de cada propiedad en relación con los demás, y deben ser numeradas a través de valuaciones, es decir, asignación de números subjetivos. Para ello utilizamos los siguientes valores de cero a uno $[0,1]$ y se tiene la siguiente escala semántica.

Índice de acercamiento

Algunas veces es necesario tener el orden

0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Nulo	Prácticamente prescindible	Escasa importancia	Poco importante	Reducida importancia	Regular importancia	Bastante importante	Importante	Muy importante	Importantísima	Vital, absoluta importancia

De esta forma es posible asignar grados de importancia para cada una de las cualidades o características:

Con este valor calculamos la importancia relativa de las cualidades o características:

Cualidad	=	Grado de importancia
ω_1	=	1
ω_2	=	0.9
ω_3	=	0.5
...		...

$$z_1 = \frac{\omega_1}{\sum_{i=1}^6 \omega_i} = 0.22$$

$$z_6 = \frac{\omega_6}{\sum_{i=1}^6 \omega_i} = 0.18$$

Ejemplo: La suma de las valuaciones es:

$$\sum_{i=1}^6 \omega_i = 1 + 0.9 + 0.5 + 0.7 + 0.6 + 0.8 = 4.5$$

Ponderación

Realizamos la ponderación con los pesos encontrados el alejamiento de cada postulante:

	C_1	+	C_4	+	C_5	+	C_6	+		+	C_2	+	C_3	Total
P_1	.22[0 V(.8-.4)]	+	.16[0 V(.7-.8)]	+	.13[0 V(1-.7)]	+	.18[0 V(.6-.5)]	+	.20|.7 - 1|	+	.11|.8 - .6|			0.227
P_2	.22[0 V(.8-.6)]	+	.16[0 V(.7-.6)]	+	.13[0 V(1-.8)]	+	.18[0 V(.6-.7)]	+	.20|.7 - .3|	+	.11|.8 - .7|			0.177
P_3	.22[0 V(.8-.8)]	+	.16[0 V(.7-.9)]	+	.13[0 V(1-.8)]	+	.18[0 V(.6-.7)]	+	.20|.7 - .9|	+	.11|.8 - .7|			0.077
...														

Nuevo orden de índice de alejamiento

	Lugar	Índice de alejamiento
P_5	1	0.033
P_3	2	0.077
P_4	3	0.169
...		

Varía con el anterior solamente en P_2 y P_4 .

Generalizando la penalización en exceso y en defecto

Nivel ideal de características C_r

$$\mu_T(C_r)$$

Nivel real u obtenido de C_r por el Postulante P_j

$$\mu_{P_j}(C_r)$$

Donde r , son las propiedades para las que se penaliza tanto en exceso como su defecto.

Calculo de alejamiento:

$$\sum_r |\mu_T(C_r) - \mu_{P_j}(C_r)|$$

Generalizando la penalización en defecto

Nivel ideal de características C_s

$$\mu_T(C_s)$$

Nivel real u obtenido de C_s por el Postulante P_j

$$\mu_{P_j}(C_s)$$

Donde s , son las propiedades para las que

se penaliza la carencia o defecto.

Calculo de alejamiento:

$$\sum_s |0 \vee [\mu_T(C_s) - \mu_{P_j}(C_s)]|$$

Calculo de alejamiento total, para r y s

$$\sum_r |\mu_T(C_r) - \mu_{P_j}(C_r)| + \sum_s |0 \vee [\mu_T(C_s) - \mu_{P_j}(C_s)]|$$

Índice de alejamiento

Índice de alejamiento de cada candidato de manera genérica

$$\eta(T, P_j) = \frac{1}{r+s} \sum_r |\mu_T(C_r) - \mu_{P_j}(C_r)| + \sum_s |0 \vee [\mu_T(C_s) - \mu_{P_j}(C_s)]|; j = 1,2,3, \dots$$

Y el **índice de acercamiento** es:

$$\chi(T, P_j) = 1 - \eta(T, P_j)$$

CRITERIOS MULTIPLES EN SELECCIÓN DE PERSONAL

Otro método de selección de personal, que se describe de manera genérica es de Jia-Yang Liu, Ta-Chung Chu and Antonio Velásquez, 2007

Los elementos de la toma de decisiones son: **Alternativas, Criterios** (Costo y Beneficio), **Resultados y Función de Utilidad**.

Alternativas: Son los procesos o modelos para la selección.

Criterios: Categorización para la selección o priorización.

Costo y Beneficio: Son los valores asignados por niveles a los parámetros respectivos.

Los resultados será la priorización del modelo, en función de los valores máximos que puedan obtenerse a través del modelo planteado.

Parámetros fundamentales

Número de **Decisores**: **k**; Comisión de expertos Ingenieros en Software, desarrolladores y usuarios.

$$D = \begin{matrix} \boxed{D_1} & \boxed{D_2} & \dots & \boxed{D_k} \end{matrix} \quad 1 \leq t \leq k$$

Número de **Modelos** de Proceso: **m**; (Alternativas)

$$M = \begin{matrix} \boxed{M_1} & \dots & \boxed{M_i} & \dots & \boxed{M_m} \end{matrix} \quad 1 \leq i \leq m$$

Número de **Criterios**: **n**; Criterios cuantitativos y cualitativos.

$$C = \begin{matrix} \boxed{C_1} & \dots & \boxed{C_j} & \dots & \boxed{C_n} \end{matrix} \quad 1 \leq j \leq n$$

$$C = \begin{matrix} \boxed{C_1} & \dots & \boxed{C_h} & \boxed{C_{h+1}} & \dots & \boxed{C_n} \\ \text{Costo} & & & \text{Beneficio} & & \end{matrix}$$

$$j=1, h; j=h+1, n$$

Cada **Decisor t** valúa cada **Modelo** de Proceso **i** bajo el **Criterio j**.

$$\tilde{X}_{jit}$$

Obtenemos el promedio de las valuaciones de los decisores

$$\tilde{X}_{ji} = \left(\frac{1}{k}\right) \otimes (\tilde{X}_{ji1} \oplus \tilde{X}_{ji2} \dots \oplus \tilde{X}_{jit} \dots \oplus \tilde{X}_{jik})$$

Cada Decisor **t** asigna una ponderación a cada criterio **j**

$$\tilde{W}_{jt}$$

Obtenemos el promedio de las valuaciones de los decisores

$$\tilde{W}_j = \left(\frac{1}{k}\right) \otimes (\tilde{W}_{j1} \oplus \tilde{W}_{j2} \dots \oplus \tilde{W}_{jt} \dots \oplus \tilde{X}_{jk})$$

Se forman matrices con valuaciones y ponderaciones promedio

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1 \quad \tilde{w}_2 \quad \tilde{w}_3 \quad \dots \quad \tilde{w}_n]$$

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1m} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \dots & \tilde{x}_{nm} \end{bmatrix}$$

Donde \tilde{x}_{ji} y \tilde{w}_j son números borrosos

$$\tilde{X}_i = [\tilde{x}_1 \quad \tilde{x}_2 \quad \tilde{x}_3 \quad \dots \quad \tilde{x}_m]$$

$$\tilde{X}_i = f(\tilde{x}_{ji}, \tilde{w}_j)$$

Agregación: Se utiliza el operador de adición ponderado

$$\tilde{X}_i = \frac{\tilde{X} * \tilde{W}}{n}$$

$$\tilde{x}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{x}_{ji} \tilde{w}_j$$

Defuzzificar: Los números borrosos \tilde{X}_i . Se utiliza el método de "Maximización y minimización de conjuntos de Chen".

16 FACTORES DE PERSONALIDAD

El psicólogo Raymond Cattell, utilizo como herramienta el análisis factorial, para medir los 16 factores de la Personalidad, es decir se basa en 16 dimensiones funcionalmente

independientes y psicológicamente significativas.

La característica del 16 FP, es un cuestionario para adultos, está basado en el concepto de la personalidad, un diseño, capaz de generar una investigación general estructurada, con pruebas objetivas.

Población destinataria

16 FP, está dirigida a personas mayores de 16 años de preferencia con una escolaridad de nivel medio superior como mínimo.

Aplicación

La forma de aplicación puede ser individual o colectiva

El cuestionario no tiene límite de tiempo, pero se advierte al evaluado que, en promedio se ocupa de 35 a 45 minutos

El 16 FP consiste de escalas orientadas cuidadosamente hacia conceptos básicos de la estructura de la personalidad humana, valido con respecto a los factores primarios de la personalidad y originados en psicología general.

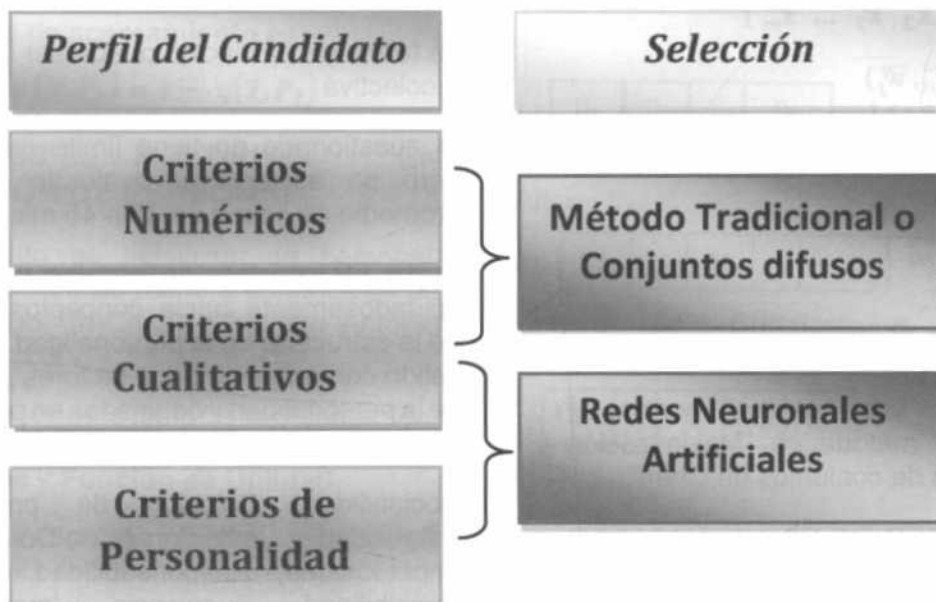
Sociabilidad, Solución de problemas, Estabilidad emocional, Dominancia, Impetuosidad, Responsabilidad, Empuje, Sensibilidad, Suspicious, Imaginación, Diplomacia, Seguridad, Rebeldía, Individualismo, Cumplimiento, Tensión
Tabla 1.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	Reservado	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Sociable
B	Menos Inteligente	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Más Inteligente
C	Inestable	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Emocionalmente estable
E	Sumiso	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Dominante
F	Serio	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Impetuoso
G	Indisciplinado	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Respetuoso
H	Tímido	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Emprendedor
I	Realista	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Sensible

L	Confiado	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Suspica
M	Practico	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Imaginativo
N	Espontaneo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Diplomático
O	Seguro	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Inseguro
Q1	Leal	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Rebelde
	Orientado al										
Q2	Grupo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Individualista
Q3	Incumplido	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Cumplido
Q4	Tranquilo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Tenso

Tabla 1 Rango de valores de Menor a Mayor de las variables de Personalidad (Cattell)

MODELO DE SELECCIÓN DEL MEJOR PERSONAL



	Criterio Numérico			Criterio Cualitativo				Criterio de Personalidad				
	C _{i1}	C _{i2}	C _{io}	C _{j1}	C _{j2}	...	C _{jp}	C _{k1}	C _{k2}	...	C _{kq}	
1	1	3	...	3	Regular	Bueno	...	Muy Bueno	Reservado	Respetuoso	...	Cumplido
2	5	3	...	2	Bueno	Regular	...	Bueno	Sociable	Respetuoso	...	Cumplido
3	2	2	...	2	Muy Bueno	Muy Bueno	...	Regular	Reservado	Indisciplinad	...	Cumplido
4	1	1	...	3	Bueno	Regular	...	Bueno	Reservado	Indisciplinad	...	Cumplido
5	2	2	...	1	Muy Bueno	Bueno	...	Muy Bueno	Sociable	Respetuoso	...	Incumplido
...

Tabla 3. Valores Posibles de los criterios

VARIABLES PARA LA RED NEURONAL ARTIFICIAL

Valores de variables de Entrada

Si bien existen 16 variables que determinan la personalidad según Cattell, en el proyecto de investigación se plantea que se debe

seleccionar algunas de ellas de acuerdo a la importancia de la selección de personal. En este caso tomamos como ejemplo, la sociabilidad, respeto, el individualismo y el cumplimiento.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	Reservado	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Sociable
G	Indisciplinado	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Respetuoso
Q2	Orientado al Grupo	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Individualista
Q3	Incumplido	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Cumplido

Los valores de 1 a 10 reagruparemos, uno para que los cálculos se más rápidos y otro que la interpretación sea más se mas objetiva, pero dejamos que los valores de estas variables pueda administrar el equipo de evaluación.

Símbolo	Nombre	Valores
A	Reservado .. Sociable	1..6 Reservado 7..10 Sociable
G	Indisciplinado .. Respetuoso	1..4 Indisciplinado 5..7 Desconocido 8..10 Respetuoso
Q2	Orientado al Grupo .. Individualista	1..3 Trabaja en Grupo 4..6 Desconocido 7..10 Individualista
Q3	Incumplido .. Cumplido	1..7 Incumplido 8..10 Cumplido

Construimos el nuevo mapa de caracterización según los valores anteriores.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A	Reservado	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Sociable
G	Indisciplinado	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Respetuoso
Q2	Orientado al Grupo	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Individualista
Q3	Incumplido	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	Cumplido

Índice de alejamiento IA	Valores
0% - 10%	Aceptable
11% - 20%	Regular
Mayor a 20%	Muy Alejado

Valores de la variable de Salida (Selección del Personal)

Valores de Salida
Personal Seleccionado
Personal en análisis
Personal No cumple las expectativas

Combinación de valores posibles entre las variables de personalidad y el índice de alejamiento, para tener los valores de la salida valida.

A	G	Q2	Q3	IA	Salida
Sociable	Respetuoso	Tra. Grupo	Cumplido	Aceptable	P. Seleccionado
Sociable	Respetuoso	Tra. Grupo	Cumplido	Regular	P. Seleccionado
Sociable	Respetuoso	Desconocido	Cumplido	Aceptable	P. Seleccionado
Sociable	Respetuoso	Desconocido	Cumplido	Regular	P. Seleccionado
Sociable	Respetuoso	Individualista	Cumplido	Aceptable	P. Seleccionado
Sociable	Respetuoso	Individualista	Cumplido	Regular	P. Seleccionado
Sociable	Desconocido	Individualista	Cumplido	Aceptable	P. Seleccionado
Reservado	Respetuoso	Tra. Grupo	Cumplido	Aceptable	P. Seleccionado
Reservado	Respetuoso	Desconocido	Cumplido	Aceptable	P. Seleccionado
Reservado	Respetuoso	Individualista	Cumplido	Aceptable	P. Seleccionado
Reservado	Desconocido	Tra. Grupo	Cumplido	Aceptable	P. Seleccionado

Tabla 4 Combinación de valores para la selección del personal

En doce casos nos aseguramos que la selección del personal cumple con la personalidad y el índice de alejamiento según el perfil ideal, ver tabla 4.

Representación en valores booleanos para la Red Neuronal Artificial

Valores de Entrada

Reservado	Sociable
1	0
0	1

Indisciplinado	Desconocido	Respetuoso
1	0	0
0	1	0
0	0	1

Trabajo en Grupo	Desconocido	Individualista
1	0	0
0	1	0
0	0	1

Incumplido	Cumplido
1	0
0	1

Índice de alejamiento

Aceptable	Regular	Muy Alejado
1	0	0
0	1	0
0	0	1

Valores de Salida

Personal Seleccionado	Personal en Análisis	Personal no cumple con las expectativas
1	0	0
0	1	0
0	0	1

SELECCION DE PERSONAL CON REDES NEURONALES ARTIFICIALES
BACKPROPAGATION

Variables o Patrones de Entrada **Variable de Salida**

Sociabilidad
Reservado Sociable

Respeto
Indisciplinado Desconocido Respetuoso

Individualismo
Trabajo en Grupo Desconocido Individualista

Compimiento
Incumplido Cumplido

Indice de Alejamiento
Aceptable Regular Muy Alejado

Personal
Seleccionado En Analisis No Cumple las Espectativas

DATOS OBLIGATORIOS

Nro. Capas Ocultas: 2

Nro. Neuronas Ocultas: 8

Alfa: 0.25

Maximo Error Permitido: 0.10

[OK]

Fig. 3. Parámetros de entrada de la RNA Backpropagation

RESULTADOS

Software

Para ver los resultados de la red neuronal artificial en su aprendizaje, es necesario contar con un software, en este caso se ha hecho las modificaciones del software desarrollado artículo del I.I.I. de Reconocimiento de Caracteres con redes neuronales, F. Cuevas, 10/2012. Se muestra en la figura 3 la pantalla y parámetros de entrada.

Resultados de corridas en el aprendizaje mediante el perceptron multicapa

Para el tiempo de ejecución en cualquier programa es importante conocer el tamaño de los datos, las iteraciones, etc., en ese entendido, la investigación fue realizada para cuatro variables de personalidad y sus valores representan 10 y el índice de alejamiento que tiene tres valores, haciendo un total de 13, que representan las neuronas de entrada y la variable de salida que tiene tres valores, representa las neuronas de salida, con dos capas ocultas, alfa 0.25, y máximo error permitido de **0.15, 0.10 y 0.05.**, Las iteraciones se muestra en la tabla 5.

Iteraciones	Máximo Error Permitido		
	0.15	0.1	0.05
1	14	25	49
2	8	40	44
3	15	73	56
4	19	28	50
5	11	26	50
6	12	24	49
7	9	34	44
8	14	71	56
9	20	35	50
10	13	32	50
Promedio	14	39	50

Tabla 5 Número de iteraciones para el aprendizaje o entrenamiento

Como era de esperar incrementa la cantidad de iteraciones cuando el error tiende a cero, cabe recalcar la cantidad de neuronas son fijas para todos los cálculos de la selección de personal en este caso particular.

DISCUSION

Si bien la ejecución de la red neuronal con las cuatro variables de la personalidad y el índice de alejamiento obtenido del resultado de la selección del personal (Gil Aluja), solamente se construyeron 13 neuronas de entrada y dos capas ocultas con ocho

neuronas cada uno, que hace el número de iteraciones para el entrenamiento sea poco, pero si se tomaría en cuenta las 16 variables de Cattell cada uno con 10 valores como indica los resultados, obviamente incrementa la cantidad de neuronas será $16^{10} = 1,099,511,627,776$ y por lo tanto el número de iteraciones para el aprendizaje será mayor o posiblemente imposible de calcular. Por la necesidad de reagrupar las variables y además permite una mejor interpretación.

CONCLUSIONES

La selección de personal es muy importante en cualquier actividad académica, actividad empresarial o en instituciones públicas, de alguna manera el perfil del candidato debe estar no muy alejado del perfil del puesto ideal. Por otro lado es muy importante tomar en cuenta la penalización de acuerdo al nivel deseado, a priori la mentalidad es castigar o sancionar los niveles bajos, pero también se puede sancionar los niveles altos o realizar la combinación de los dos, de acuerdo a los características o criterios que se requieren en el perfil ideal. En la investigación, se plantea el modelo de selección del mejor personal, que consiste que en cualquier selección de personal se debe considerar criterios cuantitativos (que se soluciona con una suma o resta aritmética), criterios cualitativos, donde su solución es más compleja que la anterior, generalmente

BIBLIOGRAFIA

- Aluja, G. (2002). *Introducción a la Teoría de la Incertidumbre en la Gestión de Proyectos*. Madrid: Milladorio, Vigo España.
- Cuevas, F. (2012). Reconocimiento de Caracteres con Redes Neuronales. *Investigación y Tecnología*.
- Hilera J., Martínez V. (2000). *Redes Neuronales Artificiales, fundamentos, modelos y aplicaciones 2da Ed.* España: Addison- Wesley Iberoamericana S.A.
- Jia-Yang, L., Ta-Chung, C., & Velasquez, A. (2007). A fuzzy MCDM model for the evaluation and selection of foreign caretakers - case study in taiwan. *International symposium on knowledge based economy & global management*, 6-7.
- Martin B., Sanz A. (2002). *Redes Neuronales y Sistemas Difusos*. México D.F.: Alfaomega Ra-Ma.

con conjuntos difusos, y lo más importante es tomar en cuenta la personalidad del postulante que puede determinar en algunos casos el éxito o fracaso de la institución o trabajo. La combinación de las cuatro variables de personalidad, la sociabilidad, respeto, el individualismo y el cumplimiento, con la variable de índice de alejamiento, respecto a la variable de salida (selección de personal), muestra que solamente en 12 casos muestra la selección efectiva, en 18 casos se pone en duda, y el resto de la combinación no debe ser valorada. Los resultados son evaluados con el software realizado para redes neuronales artificiales con 13 neuronas de entrada, dos capas ocultas con ocho neuronas cada una, y tres neuronas de salida, como se mostro en el anterior punto el aprendizaje a través del método de Backpropagation es rápido.

PROYECCIONES

Las redes neuronales artificiales siguen en vigencia su estudio, y como base es la red neuronal Backpropagation, el desafío queda en la asignación de trabajos, resolver con la red neuronal artificial o algoritmos de asignación. Por otro lado la compatibilidad de trabajo entre compañeros es fundamental, por eso es necesario estudiar modelos o métodos que agrupen a compañeros por parámetros o características de acuerdo al medio de trabajo o parámetros que la empresa disponga.