

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA INFORMÁTICA



**COMPARACIÓN DE EFICIENCIA DE REDES NEURONALES PARA EL
RECONOCIMIENTO DE CARACTERES DEL ALFABETO ESPAÑOL**

POR:

ANDREA CORTEZ HERRERA

Trabajo de Investigación, presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**, como requisito para optar al Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería informática.

OCTUBRE 2013

TARIJA-BOLIVIA

V° B°

Msc. Ing. Ernesto Alvarez

Msc. Ing. Silvana Paz

DECANO DE LA FACULTAD

VICEDECANA DE LA FACULTAD

DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Marcelo Cespedes

.....
Lic. Gustavo Succi

.....
Lic. Deysi Arancibia

El Tribunal Calificador, no se
solidariza con
la forma, términos, modos y
expresiones
vestidas en el trabajo, siendo los
mismos
únicamente responsabilidad del autor

DEDICATORIA:

Este trabajo va dedicado a mi familia
por haberme apoyado en todo
momento y sin los cuales no hubiera
llegado a ser la persona que soy hoy.

PENSAMIENTO

“La riqueza de una nación esta en la
Inteligencia creativa de sus
ciudadanos. Esto
es un sueño, no cabe duda, pero no
hay nada
que no comience como una utopía”

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA

PENSAMIENTO

RESUMEN

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

I.1	INTRODUCCIÓN.....	1
I.2	DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS.....	2
I.2.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
I.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
I.3	ALCANCES.....	2
I.4	LIMITACIONES.....	3
I.5	ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	3
I.6	ESTADO DEL ARTE.....	7

CAPÍTULO II: DESARROLLO TÉCNICO Y RESULTADOS EXPERIMENTALES

II.1	MODELO BIOLÓGICO.....	12
II.1.1	ESTRUCTURA DE LA NEURONA.....	12
II.1.2	NATURALEZA BIOLÓGICA DE UNA RED NEURONAL.....	12
II.2	REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	14
II.2.1	INTRODUCCIÓN A LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	14
II.2.2	ELEMENTOS DE UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL.....	15
II.2.3	ESTRUCTURA DE UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL.....	20

II.2.4	CARACTERISTICAS DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	21
II.3	RED NEURONAL ARTIFICIAL: PERCEPTRÓN.....	25
II.3.1	REGLA DE APRENDIZAJE DE LA RED NEURONAL PERCEPTRON.....	27
II.3.2	LIMITACIONES DE LA RED PERCEPTRÓN.....	28
II.3.3	REGLA DELTA.....	28
II.3.4	RED NEURONAL: PERCEPTRÓN MULTICAPA.....	30
II.4	RED NEURONAL ARTIFICIAL: ADALINE.....	34
II.4.1	CARACTERISTICAS DE LA RED ADALINE.....	35
II.4.2	REGLA DE APRENDIZAJE DE LA RED ADALINE.....	35
II.4.3	RED NEURONAL ARTIFICIAL: MADALINE.....	36
II.5	RED NEURONAL ARTIFICIAL: BACKPROPAGATION.....	38
II.5.1	REGLA DE APRENDIZAJE DE LA RED DE BACKPROPAGATION.....	39
II.5.2	CARACTERISTICAS DE LA RED BACKPROPAGATION.....	42
II.5.3	VENTAJAS E INC OVENIENTES DE LA RED DE BACKPROPAGATION.....	42
II.6	RED NEURONAL: HOPFIELD.....	43
II.6.1	ARQUITECTURA DE LA RED DE HOPFIELD.....	43
II.6.2	FUNCIONAMIENTO DE LA RED DE HOPFIELD.....	45
II.6.3	REGLA DE APRENDIZAJE DE LA RED DE HOPFIELD.....	49
II.6.4	LA FUNCION ENERGIA DE LA RED DE HOPFIEL.....	51
II.6.5	CARACTERISTICAS DE LA RED DE HOPFIELD.....	53
II.6.6	LIMITACIONES DEL MODELO DE HOPFIELD.....	54
II.6.7	INTRODUCCIÓN RED BIDIRECCIONAL ASSOCIATIVE MEMORY.....	55
II.6.8	ARQUITECTURA DE LA RED BAM.....	55
II.7	SISTEMA DE PRUEBA: CLASIFICACIÓN DE LETRAS.....	57

II.8	DEFINICION Y ENTRENAMIENTO DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL.....	58
II.9	PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES IMPLEMENTADAS EN EL LENGUAJE JAVA.....	61
II.9.1	SEUDOCÓDIGO DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL PERCEPTRÓN MULTICAPA.....	61
II.9.2	PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL PERCEPTRON MULTICAPA PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	62
II.9.3	SEUDOCÓDIGO DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL BACKPROPAGATION.....	68
II.9.4	PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL BACKPROPAGATION PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	69
II.9.5	SEUCÓDIGO DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL MADALINE.....	75
II.9.6	PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL MADALINE PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	76
II.9.7	SEUDOCODIGO DE LA RED NEURONAR ARTIFICIAL HOPFIELD.....	82
II.9.8	PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL HOPFIELD PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	83
II.10	PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES PROGRAMADAS EN EL LENGUAJE VISUAL BASIC 6....	89
II.10.1	PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL PERCEPTRON MULTICAPA PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	89
II.10.2	PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL BACKPROPAGATION PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	92

II.10.3 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL MADALINE PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	95
II.10.4 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL HOPFIELD PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	98
II.11 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LAS REDES NEURONALES ARTIFICIALES PROGRAMADAS EN EL LENGUAJE C#.....	101
II.11.1 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL PERCEPTRON MULTICAPA PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	101
II.11.2 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL BACKPROPAGATION PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	104
II.11.3 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL MADALINE PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	107
II.11.4 PRUEBAS EXPERIMENTALES DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL HOPFIELD PARA EL RECONOCIMIENTO DE CARACTERES.....	110
CAPÍTULO III: CONCORDANCIA DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	
III.1 CONCORDANCIA DE RESULTADOS Y OBJETIVOS.....	113
III.2 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	113
BIBLIOGRAFIA.....	116

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	5
Figura 2.....	9
Figura 3.....	11
Figura 4.....	15
Figura 5.....	18
Figura 6.....	18
Figura 7.....	19
Figura 8.....	29
Figura 9.....	30
Figura 10.....	31
Figura 11.....	32
Figura 12.....	34
Figura 13.....	35
Figura 14.....	49
Figura 15.....	56
Figura 16.....	58
Figura 17.....	59
Figura 18.....	61
Figura 19.....	63
Figura 20.....	65
Figura 21.....	67
Figura 22.....	68
Figura 23.....	70
Figura 24.....	72
Figura 25.....	74
Figura 26.....	75
Figura 27.....	77
Figura 28.....	79
Figura 29.....	81
Figura 30.....	82
Figura 31.....	84
Figura 32.....	86
Figura 33.....	88