TESIS USS

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TESIS

ANALISIS DE ALGORITMOS PARA EL RECONOCIMIENTO AUTOMATICO DE CARACTERES MANUSCRITO SANTIGUOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS

Autores:
Bach. León Ortiz Yomar

Asesor:
Ing. Mejia Cabrera Heber Ivan

Línea de Investigación:
Tecnologías de la Información

Pimentel – Perú
2018

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANALISIS DE ALGORITMOS PARA EL RECONOCIMIENTO AUTOMATICO DE CARACRERES MANUSCRITOS

Aprobación de la Tesis

Mg. Tuesta Monteza Victor Alexci
Presidente del jurado de tesis

Ing. Mejia Cabrera Heber Ivan
Secretario del jurado de tesis

Ing. Ocampo Moreno Rosa Liliana
Vocal del jurado de tesis

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

DEDICATORIA

A:
Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Mi madre Maribel Ortiz, por darme la vida, por quererme mucho, por creer en mí y porque siempre me apoyaste. Mamá gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti, una vida no me alcanzara para devolverte todo lo que haces por mí.

Mi padre Ángel León (QEPD) por los ejemplos de perseverancia y constancia para salir adelante, por su amor te llevo en mi mente y corazón siempre.

Mi familia Ángel y Gaby por creer en mí y apoyarme a cumplir mis metas.

Mi abuela Eufemia Delgado por todo su cariño y apoyarme siempre, esto también se lo debo a usted.

Mis tíos, Doris y Lizardo, por todo su ejemplo y apoyo incondicional en todos los malos y buenos momentos son los mejores.

Todos aquellos familiares y amigos que quizás no los menciones, pero ustedes saben quiénes son.

Yomar León

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

AGRADECIMIENTO

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi agradecimiento muy especial por la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos por parte de mí madre sin su apoyo no hubiera cumplido esta meta profesional y agradecer a toda mi familia y amigos, a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, mis docentes, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de estos años.

Yomar León

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

INDICE

Tesis 01
Formato De Página De Presentación De La Aprobación 02
Dedicatoria 03
Agradecimiento 04
Índice 05
Indice de Figuras 07
Resumen 08
Abstract 09

Capítulo I: Problema De Investigación 10
1.1.Situacion Problemática 10
1.2. Formulación Del Problema 11
1.3. Delimitación De La Investigación 11
1.4. Justificación e Importancia De La Investigación 11
1.5. Limitación de la Investigación 12
1.6. Objetivos de la Investigación 12
Capítulo II: Marco Teórico 13
2.1. Antecedentes de Estudios 13
2.2. Estado del Arte 16
2.3. Base Teórica Científicas 19
2.4. Definición de Terminología 30
Capítulo III: Marco Metodológico 35
3.1. Tipo y diseño de investigación 35
3.2. Población y Muestra 35
3.3. Hipótesis 37
3.4. Variables 37
3.5. Operacionalización 38
3.6. Métodos, Técnicas e instrumentos de recolección de datos 39
3.7. Procedimientos para recolección de datos 41
3.8. Principios Éticos 42
3.9. Criterios de Rigor Científico 42
Capítulo IV: Análisis e Interpretación de Resultados 43
4.1. Resultados en tablas y gráficos 43
4.2. Resultados usando vecino más cercano K-means 43
4.3. Resultados usando la red de Kohonen 46

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Capítulo V: Propuesta de Investigación 51
5. Diseño del Sistema de Protocolo de adquisición de imagen 51
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones 89
Referencias: Bibliografía 91
Anexos

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

INDICE DE FIGURAS

Figura 01	Esquema de un Modelo Neuronal.	**22**
Figura 02	Esquema de un Modelo Neuronal Adeline.	**23**
Figura 03	Esquema del Modelo Red Madeline.	**24**
Figura 04	Esquema de un modelo neuronal Perceptrón.	**26**
Figura 05	Función de activación en una red de tipo Perceptrón.	**27**
Figura 06	Proceso de recoleccion de datos.	**41**
Figura 07	Ejemplo muestra de una palabra con 8 caracteres siendo reconocida.	**44**
Figura 08	Comparación de Porcentaje de Reconocimiento de Algoritmos.	**50**
Figura 09	Protocolo de Adquisición de Imagen.	**51**
Figura 10	Manuscrito Recuperado de Biblioteca Digital Trapalanda.	**52**
Figura 11	Muestra de Filtro Blancos y Negros y Recorte.	**53**
Figura 12	Muestra de Filtro Blancos y Negros y Recorte.	**53**
Figura 13	Muestra de Filtro Blancos y Negros y Recorte.	**53**
Figura 14	Muestra de Filtro Blancos y Negros y Recorte.	**53**
Figura 15	Imagen sin ruido aplicando filtro Gaussiano.	**55**
Figura 16	Codigo filtro gaussiano.	**55**
Figura 17	Imagen sin ruido aplicando filtro Mean Removal.	**56**
Figura 18	Codigo filtro Mean Removal.	**56**
Figura 19	Imagen sin ruido aplicando filtro Sharpen.	**57**
Figura 20	Codigo filtro Sharpen	**57**
Figura 21	Código de Filtro Canny.	**61**
Figura 22	Imagen sin segmentar.	**61**
Figura 23	Imagen segmentada por Canny.	**61**
Figura 24	Imagen sin segmentar.	**62**
Figura 25	Imagen segmentada por Sobel.	**62**
Figura 26	Código Algoritmo Sobel.	**63**
Figura 27	Código Extracción Matriz de Puntos.	**65**
Figura 28	Matriz de Puntos.	**66**
Figura 29	Recorte de la imagen.	**67**
Figura 30	Puntos Recorridos Vecino Más Cercano.	**73**
Figura 31	Código Vecino Más Cercano.	**74**
Figura 32	Puntos Recorridos K-Means.	**80**
Figura 33	Código K-Means.	**81**
Figura 34	Arquitectura de la Red Kohonen.	**82**
Figura 35	Neurona de Entrada.	**84**
Figura 36	Reconocida comparada.	**84**
Figura 37	Código Kohonen N°1.	**85**
Figura 38	Código Kohonen N°2.	**86**
Figura 39	Código Kohonen N°3.	**87**
Figura 40	Código Kohonen N°4.	**88**

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

RESUMEN

Mucha de la información que se necesita actualmente para desarrollar nuestras actividades se encuentran documentadas de manera escrita, dado el uso de tecnologías electrónicas como internet, es necesario que esta información esté disponible en un formato digital, por lo que se planteó la siguiente interrogante: ¿Cómo reconocer de manera automática caracteres de manuscritos antiguos?

Gómez y Oldham (2003), definen los problemas que se presenta al tratar de reconocer texto manuscrito. Mencionan que en el tipo de letra existe una inmensa variedad de estilos, inclinados y tamaños, además de que pueden estar acompañadas de adornos adicionales.

Por ello está investigación se realizó con el fin de analizar el reconocimiento automático de caracteres manuscritos antiguos, utilizando reconocimiento de patrones, teniendo como objetivo el reconocimiento automático caracteres de manuscritos, aplicando algoritmos de clasificación como Vecino más Cercano que aplica la distancia euclidiana, el algoritmo de K-Means y una Red Neuronal de Kohonen, para lograrlo se aplicó la siguiente secuencia: Primero la captura de imagen con el contenido textual, seguido del segmentado de la imagen, se quitó el ruido, se generó la matriz de puntos y se extrajeron las características, terminada la extracción se identificaron patrones y se comparó los resultados, concluyendo que el algoritmo de Vecino más Cercano y K-Means proporcionan un mejor método más eficiente para reconocer caracteres, logrando un 92 % de reconocimiento.

Palabras Clave: Segmentación, Reconocimiento de patrones, Red Neuronal.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ABSTRACT

Much of the information that is currently needed to develop our activities are documented in written form, given the use of electronic technologies such as the Internet, you need to make this information available in a digital format, so the next question arose: How to automatically recognize characters of ancient manuscripts?

Gomez and Oldham (2003), define the problem that arises when trying to recognize handwritten text. State that exists in the font a huge variety of styles and sizes inclined, plus they may be accompanied by additional decorations.

Therefore this research was carried out in order to analyze the automatic recognition of ancient manuscripts characters, using pattern recognition, aiming the automatic recognition of handwritten characters, applying algorithms Nearest Neighbor classification applying Euclidean distance, First image capture with textual content, followed by the segmented image, the noise is removed, generating the dot matrix and: the algorithm of K-Means and Kohonen neural network, to achieve the following sequence is applied extracted features, complete extraction patterns were identified and the results were compared, concluding that the nearest neighbor algorithm and K-means provide a better, more efficient way to recognize characters, achieving a 92 % recognition method.

Keywords: Segmentation, Pattern Recognition, Neural Network.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

CAPÍTULOI: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación problemática

Mucha de la información que se necesita actualmente para desarrollar nuestras actividades diarias se encuentra documentada de manera escrita, como apuntes de alguna reunión o de una clase, entre otros casos. Dado el uso de tecnologías electrónicas como Internet, es necesario que esta información esté disponible en un formato digital. Aun así, no basta con tener la información digitalizada como una imagen, es necesario que esta información se encuentre en un formato editable para su mejor aprovechamiento.

Gómez y Oldham (2003), definen los problemas que se presentan al tratar de reconocer texto manuscrito. Mencionan que en el tipo de letra existe una inmensa variedad de estilos, inclinaciones y tamaños, además de que pueden estar acompañados de adornos adicionales. Factores como la nacionalidad del escritor, su nivel social, educación y edad contribuyen a la poca uniformidad entre caracteres. Incluso una sola persona presenta variaciones debido al cansancio, características del medio ambiente, estado de ánimo. El principal problema derivado de esto en la implementación es el diseño del vector de características comunes entre los caracteres de la misma clase, pues la heterogeneidad de las entradas impide la definición de estas características.

Bajo la primicia anterior según Juan (2003), surgen diferentes sistemas para el reconocimiento óptico de caracteres (OCR por sus siglas en ingles), una la solución al problema es las redes neuronales que son sistemas que permiten la resolución de problemas que no pueden ser descritos fácilmente mediante un enfoque algorítmico tradicional, sin embargo a la fecha no existe alguna capaz de lidiar efectivamente con la problemática que representa el reconocimiento de texto manuscrito o de documentos antiguos.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Morasso (2003), compara una red de tres capas de perceptrones y una red de Kohonen, donde menciona que la red de Kohonen proporciona un mejor método para la codificación eficiente y más compacta. El autor entreno la red con 50,000 letras. Tuvo un reconocimiento de 73 % en el entrenamiento y 68% durante pruebas generales.

Posiblemente para resolver este problema vamos a usar algoritmos de clasificación como Vecino más cercano usando la distancia euclidiana, el algoritmo de K-Means y una Red Neuronal de Kohonen. Cabe mencionar que esta investigación está en el campo de reconocimiento de patrones.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo reconocer de manera automática caracteres de manuscritos antiguos?

1.3. Delimitación de la Investigación

1.4. Justificación e Importancia de la Investigación

El reconocimiento de caracteres y dígitos es una de las áreas de aplicación más efectiva de las redes neuronales, al punto de que ya es común el diseño de sistemas de reconocimiento de caracteres basados en redes neuronales. Existen en el mercado variedad de software de reconocimiento de caracteres (OmniPage [OmniPage 03], Corel [Corel 03], Proyecto Clara OCR [CLARA 03], etc.), sin embargo, todos poseen un margen de error muy alto cuando la entrada es un documento con caracteres manuscritos. Es por ello que han propuesto proyectos de investigación acerca del reconocimiento de caracteres manuscritos.

La gran necesidad de contar con sistemas de reconocimiento automáticos de caracteres es de hace varias décadas, lo que ha requerido la intervención de diferentes áreas para lograr este objetivo.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

1.5. Limitación de la investigación

Esta investigación busca reconocer los caracteres de manuscritos antiguos. El sistema podrá reconocerlos mas no podrá reconocerlos todos en su totalidad. Por otro lado, la identificación visual de la persona se acerca en un porcentaje más alto al reconocimiento de los caracteres, el punto de vista de uno u otro siempre será diferente, por lo que siempre habrá un porcentaje de error.

1.6. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar algoritmos para el reconocimiento automático caracteres de manuscritos antiguos.

Objetivos específicos

a) Seleccionar algoritmos de reconocimiento de caracteres.
b) Determinar el modelo de reconocimiento de caracteres.
c) Implementar un modelo de reconocimiento de caracteres.
d) Evaluar resultados.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de Estudios:

2.1.1. A nivel internacional

México. Según el autor Hermenegildo Cisneros Carrillo en su tesis titulada ***"Conversión de Texto Manuscrito a Formato Digital Utilizando Maquinas de Soporte Vectorial"*** *(Cisneros 2007),* en este trabajo se aborda el reconocimiento y clasificación de caracteres manuscritos aislados. Presenta una metodología de reconocimiento de caracteres utilizando técnicas de gradiente y morfología matemática, utiliza a las máquinas de soporte vectorial como un método eficiente en aplicaciones de reconocimiento de caracteres, el reconocimiento de caracteres se hace de manera fuera de línea (off-line).De acuerdo a las técnicas aplicadas en esta investigación concluyo que además de las redes neuronales y algoritmos KNN en mi investigación puedo utilizar más herramientas para el reconocimiento de caracteres manuscritos antiguos.

Bolivia. Según el autor Mauricio Duran Gómez en su tesis titulada ***"Reconocimiento de Caracteres Ópticos por medio de Correlación y Redes Neuronales"*** (Duran 2009), en esta investigación su objetivo general es el estudio y la aplicación de un sistema que realice reconocimiento de caracteres ópticos en imágenes previamente tomadas o capturadas. Se empieza el reconocimiento a partir de la digitalización del texto que puede ser a través de una cámara, un escáner o capturando la imagen del carácter escrito por medio de un lápiz óptico. Como primer paso, se realiza un tratamiento de la imagen capturada, pasando desde la binarización de la imagen hasta el filtrado que elimina el ruido que la distorsiona. Para este proyecto se utilizaron dos métodos de clasificación muy conocidos para relacionar imágenes y crear variables de similitud para la correcta etiquetación de los caracteres a reconocer. Estos dos métodos son los de correlación y las redes neuronales.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

En la investigación el método de correlación da como resultado un valor de relación entre los datos o patrones de las imágenes y dicha relación puede calcularse mediante diversos coeficientes que miden el grado de correlación entre las mismas. Es por eso que en mi investigación las redes neuronales deben ser entrenadas de tal forma que el sistema pueda identificar de un conjunto de posibles soluciones la mejor de las salidas en relación al dato (carácter manuscrito) de entrada del sistema.

España. Según el autor Alejandro Héctor Toselli es su tesis titulada ***"Reconocimiento de Texto Manuscrito"*** (Toselli 2004) se centra en el Reconocimiento Automático de Texto Manuscrito (RTM). Este trabajo se enmarca dentro de una de las actuales líneas de investigación que se están desarrollando dentro del grupo de Reconocimientos de Formas y Tecnología del Lenguaje asociado al Departamento de Sistemas Informáticos y Computación de la Universidad Politécnica de Valencia.

Se prueba con éxito la tecnología de Reconocimiento del Habla en Reconocimiento Óptico de Caracteres, mediante el desarrollo e implementación de un sistema de reconocimiento de caracteres manuscritos basado en HMMs. Este sistema puede considerarse embrión del sistema RTM continuo. Se ha aplicado a un conjunto de imágenes muy conocido de caracteres manuscritos aislados (NIST Special Database 3 (SD3)) y ha producido resultados comparables con los mejores obtenidos por otros sistemas tradicionales que han utilizado el mismo corpus.

Se obtienen resultados prometedores en el reconocimiento y clasificación automática de respuestas manuscritas espontáneas extraídas de formularios de encuestas a clientes realizadas por una conocida compañía de telecomunicaciones.

Los experimentos de reconocimiento y clasificación en un número predefinido de clases se efectúan sobre frases de escritura real y espontánea, sin ningún tipo de restricción explícita o formal en el vocabulario empleado. Se evalúan dos esquemas diferentes de clasificación: uno desacoplado en la que el módulo de reconocimiento está en serie con el de

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

clasificación, y otro integrado donde ambos se llevan a cabo simultáneamente.

El objetivo primordial de esta tesis es el de exponer las bases teóricas, así como el de implementar y evaluar un sistema de reconocimiento automático de texto "offline" para escritura manuscrita no restringida, en lengua castellana. Brevemente, la denominación "off-line" hace referencia a las imágenes de texto a reconocer, adquiridas con dispositivos de barrido tales como escáneres o cámaras (fotográficas, vídeos), es por eso que para realizar los objetivos de mi investigación también aplicare un técnica off-line que es la de red neuronal de Kohonen.

2.1.2. A nivel nacional

Lima. Según el autor Eduart Rudolf Garrido Rojas en su tesis titulada ***"Diseño e Implementación de un Módulo de Reconocimiento de Numero Manuscritos"*** (Garrido 2010), en este trabajo nos muestra que Existen varias formas de reconocimiento de las cuales se puede distinguir reconocimiento "On Line" y "Off Line", es decir si se tiene o no en cuenta la información temporal asociada a los trazos que componen el carácter numérico. El carácter puede ser reconocido mientras está siendo escrito o luego de haberlo sido, para el primer caso se tiene una representación del espacio temporal de los datos de entrada y en el segundo una representación del espacio iluminancia de estos datos.

Por lo general en este tipo de sistemas se usa la segunda opción y el carácter es obtenido mediante medios ópticos (cámaras, escáner). Lo que se busca con estos sistemas es obtener una representación simbólica lo más fiel y completa posible de una imagen que haya sido digitalizada el cual contenga los caracteres manuscritos.

La complejidad de estos sistemas puede variar en función de la calidad de los caracteres manuscritos. Depende de la calidad de cómo se escribió el texto o a la calidad en la que se encuentra el material del documento que se desea procesar. El resultado que se puede generar en estos sistemas depende bastante de lo mencionado anteriormente, dado que al tener un

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

documento en el cual la caligrafía no sea muy legible o poco entendible por una persona entonces el sistema tiende a cometer algunos errores de reconocimiento. Los sistemas más complejos usan distintas técnicas de reconocimiento para poder mejorar el nivel de reconocimiento dado que por lo general la información de entrada de estos no es tan legible.

2.2. Estado del arte

1929. Gustav Tauschek obtuvo una patente sobre OCR en Alemania, luego, Handel en 1933 obtiene la patente de OCR en EEUU.

1935. Tauschek se le concedió una patente en EEUU por su método.

La máquina de Tauschek era un dispositivo mecánico que utilizaba plantillas. Una foto-detector era colocado de modo que cuando la plantilla y el carácter que se reconocería estuvieran alineados, una luz era dirigida hacia ellos.

1950. David Shepard, criptoanalista en la agencia de seguridad de las fuerzas armadas de los Estados Unidos, fue consultado por Rowlett Franco para trabajar con el Dr. Louis Tordella, para recomendar los procedimientos de la automatización de los datos de la agencia. Esto incluía el problema de convertir mensajes impresos en lenguajes para almacenarlos en un computador. Sheparddecide que es posible construir una máquina para realizar ese proceso, y, con la ayuda del cocinero de Harvey, un amigo, construyeron Gismo durante las tardes y fines de semana. Este suceso fue divulgado en los periódicos Washington Daily News y el New York Times en el año 1953, después de que su patente fuera concedida.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

1954. Shepard fundó Intelligent Machines ResearchCorporation (IMR), comenzando a fabricar el primero de varios sistemas del OCR usados para operaciones comerciales. Mientras que Gismo y los últimos sistemas de IMR, utilizaron análisis de imagen, en comparación con el carácter que emparejaba, pudiendo aceptar una cierta variación de la fuente. Gismo estaba limitado a los registros verticales, mientras que los reconocedores posteriores de la compañía IMR, analizaban caracteres en cualquier parte del campo de exploración, una necesidad práctica en documentos del mundo real.

1955. El primer sistema comercial fue instalado en ReadersDigest que, muchos años más tarde, fue donado por al museo Smithsonian, donde fue puesto en la exhibición. El segundo sistema fue vendido a los Standard OilCompany de California para leer impresiones en tarjetas de crédito para propósitos de facturación, además se vendieron muchos más sistemas a compañías petroleras. Otros sistemas vendieron por el IMR durante los últimos años 50 incluyeron un escáner de páginas para la fuerza aérea de los Estados Unidos para la lectura y transmisión de mensajes escritos a máquina. IBM y otras empresas fueron licenciadas más adelante sobre las patentes del OCR de Shepard.

1960. Esta década fue caracterizada por la potencialidad de "scanning" ópticos. El código de barras fue perfeccionado e introducido en la industria aceitera. La industria de reconocimiento de caracteres ópticos continuó su desarrollo, Schantz menciona que, a través de la década, una variedad de diferentes sistemas de detección fue desarrollada, lo cual significativamente mejoró la precisión de detección de modelos. Estos desarrollos tuvieron dos efectos principales en la industria del reconocimiento de caracteres ópticos: 1) se manufacturaron lectores muy seguros y se ofrecieron comercialmente y 2) se construyeron lectores para detectar cualquier inconsistencia formada por los modelos de caracteres (1982, p. 18).

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

1970. Diferentes productores ofrecieron más de 100 modelos diferentes de máquinas de reconocimiento de caracteres ópticos comerciales y sistemas como consecuencia del rápido crecimiento del reconocimiento de caracteres ópticos en los años de 1960.

Compañías tales como REI, IBM, Scan-Data, Cognitronics, ScanOptics, Control Data, NCR, Burroughs se especializaron en la producción de caracteres ópticos para llenar las necesidades de un creciente mercado. El mercado produjo máquinas a bajo costo que podían leer los tipos normalizados del reconocimiento de caracteres ópticos. REI, una compañía en Texas, presentó un versátil lector que usaba una "retina integrada" a una velocidad de 3.500 caracteres por segundo. Después, REI desarrolló e introdujo el sistema TRACE -Transaction Control and Encoding-. El sistema podía leer y procesar 2.000 cheques por minuto. Cinco años más tarde, REI también desarrolló un mecanismo de "scanning" más sofisticado, la banda de reconocimiento de caracteres ópticos.

1980. A principios más de 70.000 lectores de esta clase se generalizaron a través del mundo.

2000 Finalmente, la presente década se caracteriza por el uso de "scanners" sofisticados que pueden leer diez o quince tipos diferentes. Optiram Automation Limited de Londres desarrolló un sistema que no solamente puede leer y procesar caracteres alfanuméricos impresos o mecanografiados, sino también caracteres manuscritos legibles. Este proceso tiene un 99 por ciento de exactitud para caracteres alfanuméricos impresos o mecanografiados. La compañía dice que el proceso es excelente para caracteres manuscritos. Además, Kurzwell Computer Products ha desarrollado una técnica muy sofisticada llamada reconocimiento de caracteres inteligentes. Esta técnica usa software basado en inteligencia artificial y puede leer y registrar miles de estilos mecanográficos y tamaños.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

¿Cuál será el futuro del reconocimiento de caracteres ópticos en los próximos años?

La respuesta es incierta pero la nueva tecnología ha creado una era sofisticada y nosotros debemos adoptar esa tecnología si queremos sobrevivir en el futuro.

2.3. Base teórica científicas

ALGORITMO DE K-MEDIAS (K-MEANS)

Se supondrá que el conjunto de datos X contiene k agrupamientos y que cada uno de estos subconjuntos X_i puede representarse adecuadamente con su valor medio c_i. Se puede usar la distancia Euclidiana como una medida de similitud. Se deduce que un criterio de agrupamiento adecuado en este caso es considerar la suma total sobre el conjunto de entrenamiento de la distancia cuadrática de cada punto al vector valor medio de su agrupamiento.

El objetivo del algoritmo de agrupamiento será encontrar entre todas las particiones de X en k conjuntos $\{x_i;\ i=1, 2, k\}$, aquella que minimice el criterio de agrupamiento elegido.

Dicho formalmente, se desea encontrar los agrupamientos $\{X_i\}$ que minimizan la función:

$$J = \sum_{i=1}^{k} J_i = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{Ni} d(x_{ij}, u_i) \text{ siendo } x_{ij} \in X_i, N_i = \# X_i \quad \textbf{Ec 1.1}$$

Entre todas las posibles particiones de X en k subconjuntos.

Un algoritmo para minimizar J puede deducirse considerando el efecto de un cambio minimal o atómico en la configuración de agrupamientos, que consiste en obtener un punto x que éste, en el agrupamiento Xi para pasarlo a otro agrupamiento Xr.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Claramente esta reasignación afectará solo a los agrupamientos l y r cuyos valores medios pasarán a ser:

$$\overline{u}_l = u_l + \frac{1}{N_l - 1}(u_l - X) \; y \; \overline{u}_r = u_r - \frac{1}{N_r + 1}(u_r - X)$$

Para deducir la primera ecuación se calcula el valor medio de Xi antes y después de la reasignación.

$$\mu_l = \frac{1}{N_l}\sum_{j=1}^{N_l} x_j \qquad \bar{\mu}_l = \frac{1}{N_l - 1}\sum_{j=1}^{N_l - 1} x_j = \frac{1}{N_l - 1}\left(\sum_{j=1}^{N_l} x_j - x\right)$$

Donde se ha asumido que el punto reasignado es el último en la sumatoria. De aquí resulta que:

$$(N_l - 1)\overline{u}_l = N_l u_l - x \Rightarrow \overline{u}_l = \frac{N_l}{N_l - 1}u_l - \frac{1}{N_l - 1}x \Rightarrow \overline{u}_l = u_l + \frac{1}{N_l - 1}(u_l - x)$$

Y análogamente se verifica la segunda identidad.

Por lo tanto, para calcular el cambio global en el valor de J basta calcular los cambios en las contribuciones de Jl y Jr. Para el nuevo agrupamiento l-esimo tendremos

$$\overline{J}_l = \sum_{j=1}^{N_l - 1} d(x_j \cdot mu_l) = \sum_{j=1}^{N_l - 1} (x_j - u_l)^T (x_j - u_l) =$$

$$= \sum_{j=1}^{N_l}\left(x_j - u_l + \frac{u_l - x}{N_l - 1}\right)^T \left(x_j - u_l + \frac{u_l - x}{N_l - 1}\right) - \left(x - u_l + \frac{u_l - x}{N_l - 1}\right)^T \left(x - u_l + \frac{u_l - x}{N_l - 1}\right) =$$

$$J_l - \frac{2}{N_l - 1}(u_l - x)\underbrace{\sum_{j=1}^{N_l}(x_j - u_l)}_{0} + \frac{N_l}{(N_l - 1)^2}(u_l - x)^T (u_l - x) + \frac{N_l}{(N_l - 1)^2}(u_l - x)^T (u_l - x)$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

De donde luego de agrupar se concluye que:

$$\bar{J}_l = J_l - \frac{N_l}{N_l - 1}(u_l - x)^T (u_l - x) = J_l - \frac{N_l}{N_l - 1} d(x, u_l)$$

Y análogamente para el agrupamiento r se obtiene:

$$\bar{J}_l = J_l + \frac{N_l}{N_l - 1}(u_l - x)^T (u_l - x) = J_l + \frac{N_l}{N_l - 1} d(x, u_l)$$

REDES NEURONALES

Las Redes Neuronales surgieron del movimiento conexionista, que nació junto con la Inteligencia Artificial (IA) simbólica o tradicional. Esto fue hacia los años 50, con algunos de los primeros computadores de la época y las posibilidades que ofrecían.

La IA simbólica se basa en que todo conocimiento se puede representar mediante combinaciones de símbolos, derivadas de otras combinaciones que representan verdades incuestionables o axiomas. Así pues, la IA tradicional asume que el conocimiento es independiente de la estructura que maneje los símbolos, siempre y cuando la 'máquina' realice algunas operaciones básicas entre ellos.

Existe en el hombre un deseo profundo de poder reproducir la habilidad cognoscitiva por medios artificiales. La fascinación que la inteligencia como materia de estudio ha suscitado al género humano, puede verse reflejada en la aparición de una rama íntegra del estudio científico llamada "Inteligencia Artificial" o también estudio de la inteligencia. Una de las múltiples ramas por las cuales se ha desarrollado la investigación es el desarrollo de las llamadas " redes neuronales".

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

MODELOS DE LAS REDES NEURONALES

Una red neuronal está constituida por un número variable de procesadores interconectados entre sí que realizan una transferencia mutua de valores llamados activaciones, cada procesador recibe una serie de activaciones (activaciones de entrada) y, a partir de éstas, genera un valor de salida (activación de salida) que, a su vez, transfiere a otro grupo de procesadores que tiene conectados.

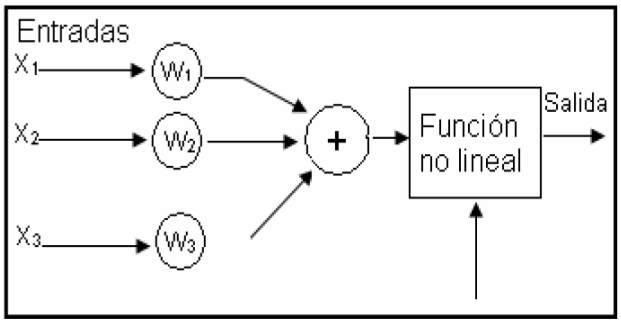


FIGURA 01: Esquema de un Modelo Neuronal.
Recuperado de
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/Villanueva_EM/enPDF/T_completo.pdf

MODELO ADELINE (FILTRADO DE SEÑAL)

Adeline, es un dispositivo que consta de un único elemento de procesamiento, como tal, técnicamente no es una red neuronal9. El termino Adeline es una sigla, sin embargo, su significado ha cambiado ligeramente con el paso de los años. Inicialmente se llamaba ADAptive Linear Neuron (Neurona Lineal Adaptaviva); pasó a ser ADAptive LINear Element (Elemento Lineal Adaptativo). Tiene una estructura idéntica a la de un elemento procesador general. Es necesario hacer dos modificaciones básicas a la estructura del elemento procesador general para transformarlo en un ADELINE, en la siguiente figura, muestra un esquema de un modelo neuronal ADELINE.

1. La primera consiste en añadir una conexión de peso w0, que se conoce con

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

el nombre de tendencia, este término es el peso de una conexión que siempre tiene un valor de entrada igual a 1.

2. La segunda modificación consiste en añadir una condición bipolar a la salida. El cuadro de trazos que se ve en la figura 01 anterior encierra una parte del ADELINE que es lo que se denomina combinador adaptativo lineal (ALC). Si la salida del ALC es positiva, la salida del Adeline es +1, si la salida del ALC es negativa la salida del Adeline es negativa.

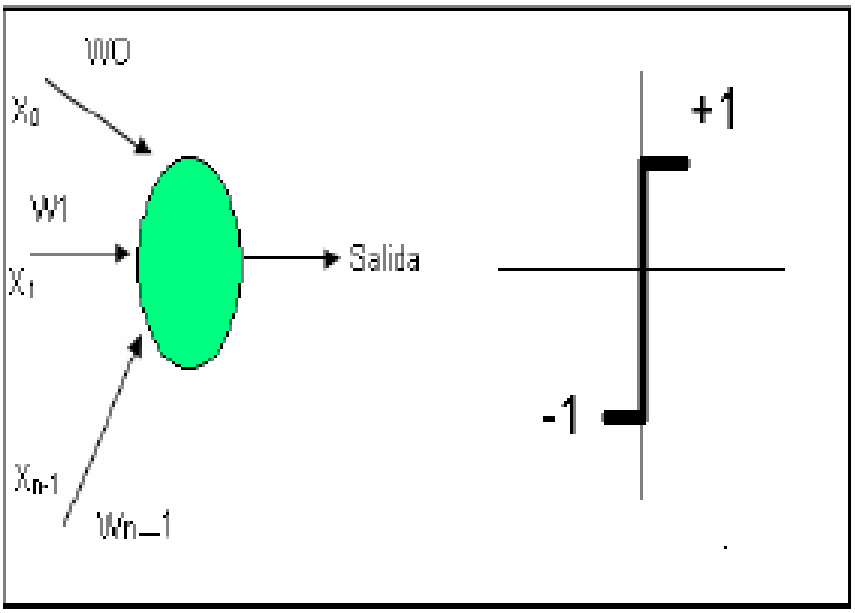


FIGURA 02: Esquema de un Modelo Neuronal Adeline.
Recuperado de
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/Villanueva_EM/enPDF/T_completo.pdf

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Madeline son las siglas de muchos Adeline. Cuando se organiza con una arquitectura multicapa como la mostrada en la figura 4, el Madeline se asemeja a la estructura general de una red neuronal10.

En esta configuración, se le podría presentar al adeline un vector de entrada de grandes dimensiones (digamos los valores de los pixeles procedentes de una exploración de barrido). Con un entrenamiento apropiado, sería posible enseñar a la red a responder con un +1 binario en uno de entre varios nodos de salida cada uno de los cuales correspondiese a una categoría distinta de imágenes de entrada, por ejemplo {Gato, Perro, Armadillo, Jabalina} y {Canelo, Zapirón, Águila Fulcro}. En una red como esta cada uno de los cuatro nodos de la capa de salida corresponde a una sola clase. Para una trama de entrada dada, un cierto nodo tendría la salida +1 si la trama de entrada correspondiese a la clase representada por ese nodo concreto. Los otros tres nodos tendrían una salida de -1, si la trama de entrada no fuera miembro de ninguna clase conocida, los resultados de la red podrían ser ambiguos.

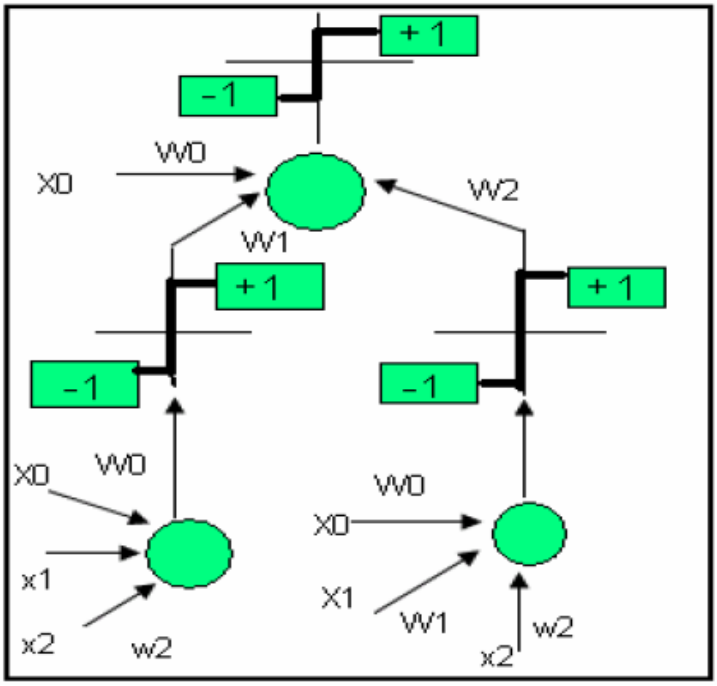


FIGURA 03: Esquema del Modelo Red Madeline.

Recuperado de

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/Villanueva

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

MODELO DE PERCEPTRÓN

El Perceptrón es un programa que aprende conceptos, puede aprender a responder con VERDADERO (1), y FALSO (0), para situaciones a las que se le presenten estudiando los ejemplos que se le van presentando.
El perceptrón es una red neuronal de una sola capa cuyos pesos sinápticos (W), y tendencias (vías), pueden ser entrenados para dar una solución a un vector de entrada11. La forma de enseñarle al perceptrón es mediante una técnica de entrenamiento llamada “the perceptrón training rule”. Los pesos sinápticos son adaptados como parte del proceso de entrenamiento, después modificados para mejorar los resultados.

El perceptrón ha generado gran aceptación por su habilidad de generalizar a partir de sus vectores de entrenamiento y trabajar con conexiones distribuidas aleatoriamente. Es aplicado al reconocimiento de patrones, aunque tiene varias limitaciones, entre ellas la de solo dar dos contestaciones (0,1). Solo puede clasificar conjuntos de vectores linealmente separables. No puede resolver problemas booleanos o de opciones exclusivas.

La fórmula general del perceptrón para dar un vector de salida es la siguiente:

P*W+b> 0; donde P es el vector de entrada, W es el vector de pesos y b es la tendencia.

Así el perceptrón es entrenado respondiendo a cada vector de entrada con un correspondiente vector de salida (1 ó 0), el tipo de entrenamiento es supervisado.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Para esto se requiere de una regla de aprendizaje y la más conocida es la llamada “regla delta”:

W (i) =W(i)+[T-A]*P(i)
B=b+[T-A]

Donde w es el vector de pesos, P es el vector de entrada presentado a la red, T es el resultado correcto que la neurona debería mostrar, A es la salida actual de la neurona y b es la tendencia. Los vectores son presentados a la red uno después de otro, si el resultado es correcto no hay cambios, pero si el resultado es incorrecto se actualizan los pesos y la tendencia, por medio de la regla de aprendizaje.

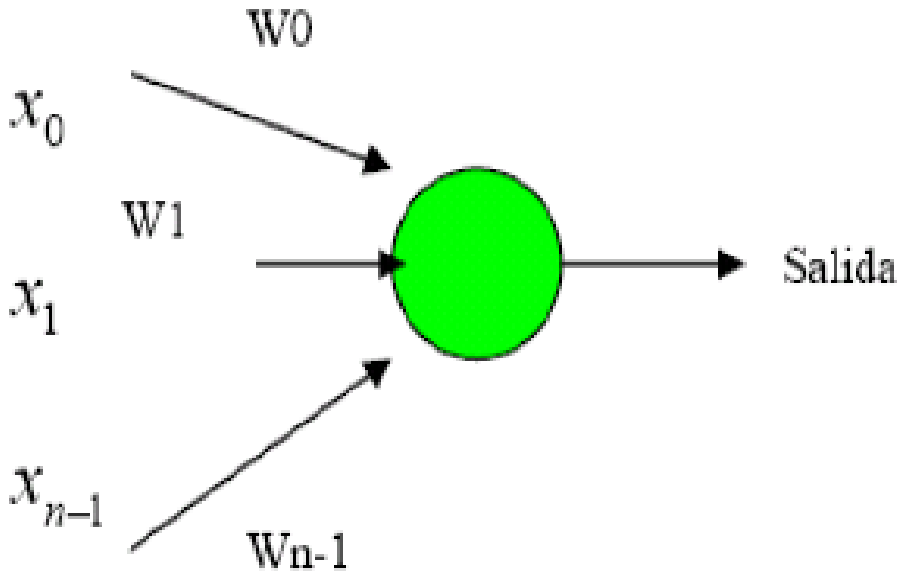


FIGURA 04: Esquema de un modelo neuronal Perceptrón.
Recuperado de
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/Villanueva_EM/en PDF/T_completo.pdf

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

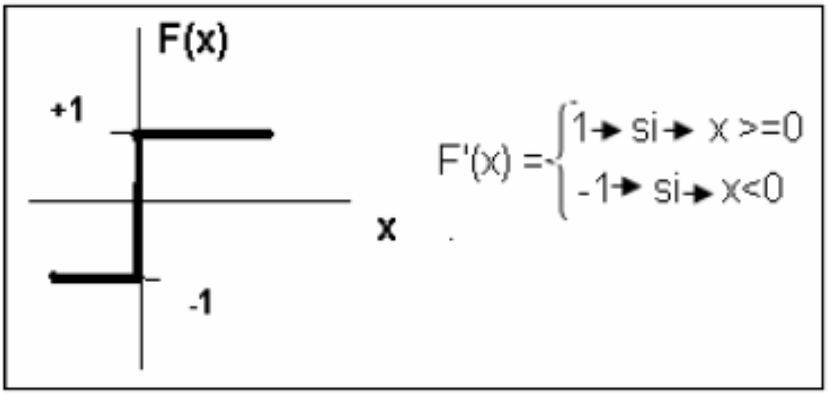


FIGURA 05: Función de activación en una red de tipo Perceptrón
Recuperado de
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/Villanueva_EM/en PDF/T_completo.pdf

MODELO BACK-PROPAGATION

En 1986, Rumelhart, Hinton y Williams, formalizaron un método para que una red neuronal aprendiera la asociación que existe entre los patrones de entrada y las clases correspondientes, utilizando varios niveles de neuronas

El método back-propagation (propagación del error hacia atrás), basado en la generalización de la regla delta, a pesar de sus limitaciones, ha ampliado de forma considerable el rango de aplicaciones de las redes neuronales.

El funcionamiento de la red back-propagation, consiste en el aprendizaje de un conjunto predefinido de pares de entradas-salidas dados como ejemplo: primero se aplica un patrón de entrada como estímulo para la primera capa de las neuronas de la red, se va propagando a través de todas las capas superiores hasta generar una salida, se compara el resultado en las neuronas de salida con la salida que se desea obtener y se calcula un valor de error para cada neurona de salida. A continuación, estos errores se transmiten hacia atrás, partiendo de la capa de salida hacia todas las neuronas de la capa intermedia que contribuyan directamente a la salida, recibiendo de error aproximado a la neurona intermedia a la salida original.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Este proceso se repite, capa por capa, hasta que todas las neuronas de la red hayan recibido un error que describa su aportación relativa al error total. Basándose en el valor del error recibido, se reajustan los pesos de conexión de cada neurona, de manera que en la siguiente vez que se presente el mismo patrón, la más salida esté cercana a la deseada.

La importancia de la red back-propagation consiste en su capacidad de auto adaptar los pesos de las neuronas de las capas intermedias para aprender la relación que existe ente un conjunto de patrones de entrada y sus salidas correspondientes. Es importante la capacidad de generalización, facilidad de dar salidas satisfactorias a entradas que el sistema no ha visto nunca en su fase de entrenamiento.

La red debe encontrar una representación interna que le permita generar las salidas deseadas cuando se le dan entradas de entrenamiento, y que pueda aplicar, además, a entradas no presentadas durante la etapa de aprendizaje para clasificarlas.

Aplicaciones de la red Back-Propagation

Actualmente, este tipo de redes se están aplicando en distintas clases de problema debido a la naturaleza general del proceso de aprendizaje. Algunos de los campos generales de aplicación son:

- Codificación de Información
- Traducción de texto a lenguaje hablado.
- Reconocimiento de lenguaje hablado.
- Reconocimiento óptico de caracteres (OCR).
- Software de Redes Neuronales

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

MODELOS DE REDES DE KOHONEN

Pertenece a la categoría de las redes competitivas o mapas de auto-organización, es decir con aprendizaje no supervisado de tipo competitivo. Poseen una arquitectura de dos capas (entrada-salida; una sola capa de conexiones), funciones de activación lineales y flujo de información unidireccional (son redes en cascada). Las unidades de entrada reciben datos continuos. Se normalizan así mismo los pesos de las conexiones con la capa de salida. Tras el aprendizaje de la red, cada patrón de entrada activara una única unidad de salida. En algunos modelos cada entrada puede provocar la activación de un conjunto de unidades de salida, en ese caso estaríamos usando un código demográfico.

El objetivo de este tipo de redes es clasificar los patrones de entrada en grupos de características similares, de manera que cada grupo activara siempre las mismas salidas.
Cada grupo de entradas queda representado en los pesos de las conexiones de la unidad de salida triunfante. La unidad de salida ganadora para cada grupo de entradas no se conoce a priori, es necesario averiguarlo después de entrenar la red. Una de las cualidades de este tipo de redes es la incorporación a la regla de aprendizaje de cierto grado de sensibilidad con respecto al vecindario o historia. Esto hace que el número de neuronas que no aprenden desaparezca, aumentando así su capacidad de extraer o mapear características topológicas de los datos. La red mapea el espacio de entrada hacia un espacio de salida con cierto orden topológico, Kohonen propone un método para que este orden se conserve al entrenar la red, la clave está en reducir el tamaño del vecindario de la unidad ganadora en cada iteración.

Aprendizaje.
Se indica un procedimiento basado en el cálculo de distancias sobre los patrones de entrada:

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Se supone que tenemos patrones de entrada N-dimensiónales que son:

1. Aleatorizar los pesos de las conexiones. Normalizar los pesos de las conexiones incidentes de cada unidad de salida sobre la unidad: Dividir cada conexión por la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las conexiones de cada unidad.
Normalizar igualmente los datos de entrada.
2. Aplicar un patrón de entrada.
3. Calcular alguna medida de similitud / disimilitud (producto interno, distancia euclidiana o de Mahalonobis, etc), entre las entradas y los pesos de las conexiones.

Por ejemplo, mediante la distancia euclidiana:

$$D_i = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} (x_i - w_{ij})^2}$$

Donde x son los vectores de entrada.

4. La unidad de salida con los pesos más parecidos al patrón de entrada (es decir, menor Di) es declarada ganadora. El vector de pesos de la unidad ganadora, Wc, se convierte en el centro de un grupo de vectores cercanos al Wc, en concreto, a menos de cierta distancia D.
5. Modificar los pesos de los vectores de peso Wj"cercanos" a Wc(distancia menor a D), según la fórmula:

$$\Delta W_j = n\,(X - W_j)$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Donde n es una pequeña constante positiva.

De esta manera conseguimos que los vectores de pesos de la unidad ganadora y de su "vecindario" se parezcan cada vez más al patrón de entrada que hace ganar a esta unidad.
La cuantía de la adaptación se puede escalar de acuerdo a una "función de vecindad", preestablecida A (j,c):

$$\Delta W_j = n\mathrm{A}\ (j,c)\ (\mathrm{X}\text{-}\mathrm{W}_j);\ \text{donc}$$

$$A(j,c) = \frac{\exp(-\left|r_j - r_c\right|)^2)}{2\sigma^2}$$

Representa la posición de la neurona j en el espacio de salida. La convergencia del mapa depende de escoger apropiadamente, rj. Una opción es h = 1 m, siendo m el número de iteración del proceso de aprendizaje. El tamaño del vecindario (n) debería decrecer gradualmente.

6. Repetir los pasos 2 al 5 con todos los patrones de entrada.
A medida que avanza el aprendizaje hay que ir reduciendo D y n. Kohonen recomienda empezar con un valor de T cercano a 1 y reducirlo gradualmente hasta 0.1. D puede empezar valiendo la máxima distancia existente entre los pesos de las conexiones al principio y acabar siendo tan pequeño que no quede ninguna unidad en el vecindario de la unidad ganadora. En ese momento solo se entrenará una unidad, que al final tendrá su vector de pesos igual al vector de entrada.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

La precisión de la clasificación de los patrones de entrada aumenta con el número de ciclos de aprendizaje. Kohonen recomienda una cantidad de ciclos no inferior a 500 veces el número de neuronas de salida para obtener buenos resultados. Una vez entrenada, podemos usar a la red para clasificar patrones de entrada similares en un espacio n-dimensional. Una clase o grupo de patrones similares tiende a controlar una neurona específica, que representará el centro de una esfera n-dimensional (de radio unitario, pues normalizamos los datos de la unidad). Esa neurona resultara la más activada frente a los patrones más parecidos a su vector de pesos. Después del aprendizaje, la clasificación consiste en presentar una entrada y seleccionar la unidad más activada, la ganadora, mediante la función de distancia utilizada (gana la más cercana al patrón de entrada). Además, el vector de pesos nos servirá para reconstruir el patrón de entrada).

2.4. Definición de la terminología

Fragmentación o Segmentación

Es una manera bastante efectiva de extraer caracteres de una imagen en blanco y negro es buscar los conjuntos de píxeles que cumplen una relación de conexión entre sí. Este método proporciona caracteres bien segmentados que pueden analizarse sin problemas en el módulo de reconocimiento. La fragmentación permite la descomposición de un texto en diferentes entidades lógicas, que han de ser suficientemente invariables, para ser independientes del escritor, y suficientemente significativas para su reconocimiento.

Normalización

Consiste en obtener muestras similares en cuanto a características de tamaño y grosor. También se realiza una corrección de la inclinación .Este proceso ayuda a mejorar la eficacia del sistema para reconocer números manuscritos.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Red Neuronal

El cerebro es uno de las cumbres de la evolución biológica, ya que es un gran procesador de información. Entre sus características podemos destacar, que es capaz de procesar a gran velocidad grandes cantidades de información procedentes de los sentidos, combinarla o compararla con la información almacenada y dar respuestas adecuadas. Además es de destacar su capacidad para aprender a representar la información necesaria para desarrollar tales habilidades, sin instrucciones explícitas para ello.

Red De Kohonen

Se basa en la capacidad que tiene el cerebro humano de formar mapas característicos de la información recibida del exterior.

Este tipo de red contiene solamente una capa de neuronas y una capa de entrada, que se ramifica para todos los nodos. Pertenece a la categoría de redes competitivas o mapas de auto organización, es decir tiene un aprendizaje no supervisado.

Reconocimiento De Patrones

Es la ciencia que se ocupa de los procesos sobre ingeniería, computación y matemáticas relacionados con objetos físicos y/o abstractos, con el propósito de extraer información que permita establecer propiedades de o entre conjuntos de dichos objetos.

Reconocimiento De Texto Manuscrito

Se define como la tarea que transforma un lenguaje representado por su forma espacial de marcas gráficas, a una representación simbólica. Esta representación simbólica será en este caso el código ASCII de 8 bits utilizado en los computadores.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Reconocimiento Óptico De Caracteres

Es el proceso que convierte imágenes escaneadas de texto manuscrito o impreso (números, letras y símbolos), en un formato procesable por el computador (tal como ASCII)4. Se presenta una revisión del estado actual de las investigaciones en OCR y se comentan generalidades acerca del diseño y sus aplicaciones típicas

Reconocimiento De Texto Manuscrito Continuo

Tiene como línea general el estudio e implementación de un sistema de reconocimiento automático de texto manuscrito, basado en la actualmente exitosa tecnología de Reconocimiento del Habla (RH).

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Diseño de la investigación

Se aplicará un estudio teniendo como base el tipo de investigación Tecnológica y diseño Cuasi Experimental ya que nos da una solución de compromiso a los conflictos entre validez interna/externa. En el diseño Cuasi Experimental existen dificultades para alcanzar las condiciones necesarias para el establecimiento de una relación causal entre las variables independientes y dependiente. Pero ofrece menor dificultad para que el investigador pueda generalizar sus resultados a otras situaciones distintas alas de investigación. Utiliza las mismas técnicas estadísticas que la experimentación.

3.2. Población y muestra:

3.2.1. Población

En el presente trabajo de investigación la población de estudio está conformada por la cantidad de caracteres de un manuscrito antiguo a reconocer y que en promedio se tendrá como población 6400 caracteres.

3.2.2. Muestra

La muestra es la pequeña porción representativa y adecuada de la población, a partir de la cual el investigador va a obtener datos que son puntos de partida de las generalizaciones.

La muestra es una parte o subconjunto de la población, para seleccionar la muestra tiene que ser representativa de esa población para poder hacer generalizaciones válidas. Se estima que una muestra es representativa cuando reúne las características principales de la población en relación con la variable que se pretende estudiar.

Si la población es finita, es decir conocemos el total de la población y deseásemos saber cuántos del total tendremos que estudiar la fórmula sería:

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

$$M = \frac{Z^2 * P * Q * N}{(N-1) * E^2 + Z^2 * P * Q}$$

DESCRIPCION	VARIABLES	VALORES
Nivel de Confianza	Z	0.9
Probabilidad de Éxito	P	0.5
Probabilidad de Fracaso	Q	0.5
Margen de Error	E	0.09
Población	N	6400

FORMULA PARA POBLACION DE CARACTERES

$$n = \frac{(1.96)^2(0.50)(0.50*6400)}{(6400-1)(0.05)^2+(1.96)^2(0.5)(0.5)} = \frac{(3.8416)(0.50)(3200)}{(6399)(0.0025)+(3.8416)(0.25)}$$

$$n = \frac{6146.56}{15.9975+0.9604}$$

$$n = \frac{6146.56}{15.363999}$$

$$n = 400.06 = 400$$

En la presente investigación se trabajó con una muestra no probabilística de 6400 caracteres (letras), basado en la investigación del autor Jorge Navarrete García, que utiliza 80 palabras en su trabajo de investigación donde menciona que tal coeficiente puede mejorarse con un archivo de entrenamiento mayor.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

3.3. Hipótesis

Mediante el análisis de algoritmos de reconocimiento de patrones se podrá reconocer automáticamente caracteres de manuscritos antiguos.

3.4. Variables

Variable Dependiente:

Reconocimiento automático de caracteres de manuscritos antiguos

Variable Independiente:

Algoritmos de reconocimiento de patrones.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

3.5. Operacionalización

Variable Dependiente:

VARIABLE	DIMENSION	INDICADOR	ITEMS
RECONOCIMIENTO AUTOMÁTO DE CARACTERES DE MANUSCRITOS ANTIGUOS.	Calidad de la imagen del manuscrito.	Permite evaluar la calidad de la imagen de un manuscrito adquirida por un escaneo.	Resolución de la imagen escaneada.
	Imágenes manuscritas digitales	Cantidad de caracteres utilizados	Cantidad de caracteres de muestra para el reconocimiento.
	Precisión de Cantidad Total de Caracteres Reconocidos	Número total de caracteres reconocidos es la suma de caracteres reconocidos y la suma de caracteres no reconocidos P= Precisión NC= Numero de Caracteres CR= Caracteres Reconocidos CNR= Caracteres No Reconocidos NC = CR + CNR P= CR	Datos de encuesta de estado de reconocimiento de caracteres.
	Evaluación Tecnológica Grado de Acierto	Es el número porcentual de aciertos identificados. GA= Grado Aciertos NA= Número de Aciertos NP= Número de Pruebas GA=NA/NP GA=% .	Datos de encuesta del estado del porcentaje de reconocimiento

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Métodos de investigación

De Análisis: porque tenemos que descomponer el objeto de estudio en sus partes para conocer sus riesgos y propiedades. En nuestro caso tenemos que conocer sus procesos reconocimiento automático de caracteres de manuscritos antiguos.

De Síntesis: porque una vez analizada la situación actual y las tecnologías a implementar se plantea la solución a desarrollar en este caso un reconocimiento de patrones.

Experimental: puesto que se ejecuta a partir de una situación real de un problema, abordándose el desarrollo de software para reconocimiento automático de caracteres, en la que fundamento la elaboración y verificación de la hipótesis.
Es un método eficaz, lo consideran una rama tan elaborada que ha cobrado fuerza como otro método científico independiente con su propia lógica, denominada lógica experimental.

En este método intervengo sobre los posibles escenarios al ejecutar el software modificando a esta directa o indirectamente para crear las condiciones necesarias que permitan revelar sus características fundamentales y sus relaciones esenciales.

3.6.2. Técnicas de recolección de datos

Básicamente las técnicas están relacionadas a las siguientes actividades:

Observación:
Son los análisis que pueden hacer los usuarios, asesores, y jurado calificador de la presente tesis hacia el sistema mientras se hace el desarrollo del software y las pruebas al prototipo.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Análisis documental:

Recolección de información a través de documentos existentes ya sean en libros, revistas, tesis e Internet entre otras.

Consultas bibliográficas:

Se consultará material bibliográfico (tesis, libros, etc.), así como también información obtenida de Internet, etc.

3.6.3. Instrumentos de recolección de datos

Materiales:

Visual Studio 2010.

Software Aplicativo.

Computador.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

3.7. Procedimiento para la recolección de datos

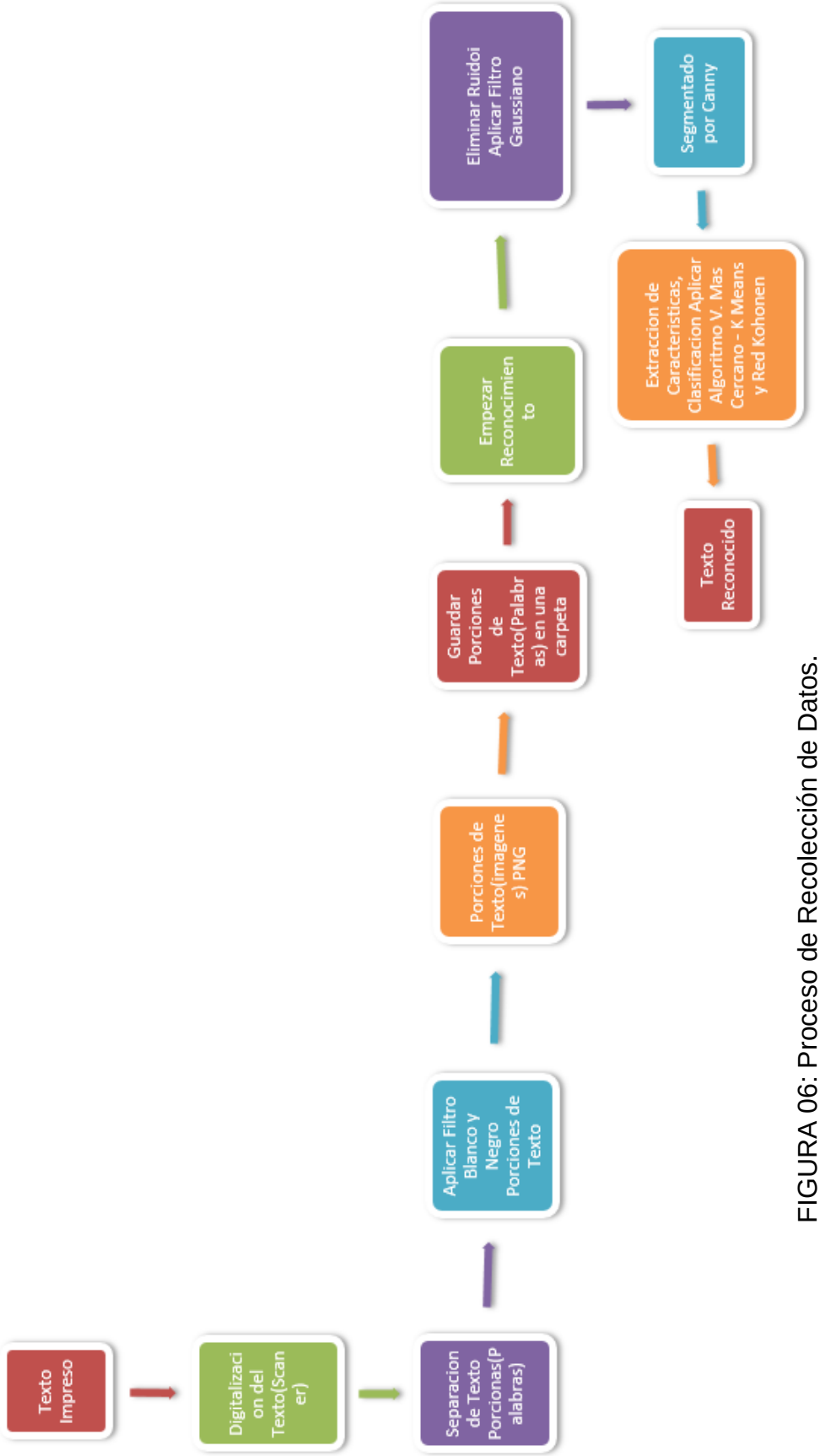


FIGURA 06: Proceso de Recolección de Datos.
Fuente elaboración propia

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

3.8. Principios éticos

Los criterios éticos que se respetan en el presente proyecto de tesis es el Código Deontológico del Colegio de Ingenieros del Perú en su Capítulo III *"Faltas Contra la Ética Profesional y Sanciones"* y su Sub Capítulo II *"De la Relación con El Público"* en su Artículo 106 expresa:

Los ingenieros, al explicar su trabajo, méritos o emitir opiniones sobre temas de ingeniería, actuarán con seriedad y convicción, cuidando de no crear conflictos de intereses, esforzándose por ampliar el conocimiento del público a cerca de la ingeniería y de los servicios que presta a la sociedad.

El presente proyecto de investigación expresara en la medida de lo posible lo más claro y conciso su contenido con el fin de generar un aporte al desarrollo de reconocimiento de caracteres manuscritos antiguos, al estar disponible para el público en general la presente investigación.

3.9. Criterios de rigor científico

Criterios	**Características éticas de los criterios**
Consentimientoinformado.	El Tesista deberá estar de acuerdo con ser informante y conocer sus derechos y responsabilidades durante la investigación.
Confidencialidad.	Asegurar la protección de identidad de sus fuentes, como también de las personas que participan como informantes de la investigación.
Manejo de Riesgos.	La investigación requiere de una eficiencia y no de un beneficio personal para realizar una investigación consistente.
ObservaciónParticipante.	La participación del Tesista requiere una responsabilidad ética por los efectos y consecuencias que pueden surgir durante la investigación.
Grabaciones de Audio y Video	Los archivos deben ser guardados cautelosamente para fines de la investigación, preservando el anonimato, la confidencialidad y el respeto de los participantes.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este capítulo se procederá a explicar los métodos (propuestos en investigaciones anteriormente desarrolladas) sobre reconocimiento de caracteres manuscritos, así como la interpretación de los resultados; seguidamente se presentará el método propuesto por el tesista, junto a la interpretación de sus resultados. Se utilizaron un total de 1200 caracteres (letras) de texto manuscrito.

El número de imágenes clasificado es:

Clasificación	
Imágenes	12
Número de Caracteres(LETRAS)	1200

4.1 Resultados en tablas y gráficos

4.1.2. Método desarrollado por el tesista

4.1.2.1. Resultados usando algoritmos de K-Means y Vecino más Cercano

El siguiente es el método desarrollado y propuesto por el tesista, el cual está basado en su gran mayoría con el aporte de varios métodos de investigación, como el de la investigación titulada “Reconocimientos de Caracteres Manuscritos de Don Porfirio Días”, “Reconocimientos de Caracteres Manuscritos Continuos”.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Técnicas Utilizadas:

- **Captura de imagen**
- **Pre procesamiento**
- **Conversión a blanco y negro**
- **Eliminar ruido**
- **Segmentación**
- **Matriz de puntos y recorte**
- **Extracción de características**

Realizado el pre - procesamiento, se crearon los archivos para reconocimiento por medio de K-Means, y Vecino más cercano, con la previa eliminación de ruido, segmentación y realización de matriz de puntos de la palabra y/o imagen ingresada.

En este caso se probó con un conjunto de 1200 caracteres (letras), el cual dio como resultado un 92 % de reconocimiento con los algoritmos de Vecino más Cercano y K-Means, donde se observa que la letra “s” la confundió con la letra “j” repetidas veces. De igual manera la letra “p,q” la confundió con la “g” y/o con el número 9.

FIGURA 07: Ejemplo muestra de una palabra con 8 caracteres siendo reconocida.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Precisión de cantidad total de caracteres reconocidos

P=Precisión

P=CR

NC= Numero de Caracteres

CR= Caracteres Reconocidos

CNR= Caracteres No Reconocidos

P=1100

NC = CR + CNR

NC = 1100 + 100

Porcentaje Grado de Acierto

PGA= Porcentaje Grado Aciertos

NA= Número de Aciertos

NP= Número de Pruebas

PGA=NA/NP

GA=1100/1200

GA=92%

Vecino Más Cercano & K-Means	
1200 caracteres	
Caracteres Reconocidos	1100
Caracteres No Reconocidos	100

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

4.1.2.2. Resultados usando la Red de *Kohonen*

El siguiente es el método desarrollado y propuesto por el tesista, el cual está basado en su gran mayoría con el aporte de varios métodos de investigación, como el de la investigación titulada "Reconocimientos de Caracteres Manuscritos de Don Porfirio Días".

Técnicas Utilizadas:

- **Captura de imagen**
- **Segmentación**
- **Matriz de puntos y recorte**
- **Extracción de características**

Los mismos archivos de imágenes que se utilizaron para las pruebas de reconocimiento con los algoritmos de Vecino más Cercano y K-means, se utilizó para el entrenamiento de la red de Kohonen: Para el conjunto de 1200 caracteres (letras).

Como se puede observar la misma letra está representada de muchas formas, esto hace que ambos reconocedores tengan un margen de error en el porcentaje de reconocimiento.

Se realizó una prueba con un conjunto de patrones compuesto por 26 letras (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, l, m, n, ñ, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z), y números (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 0) dando un resultado de 81% de reconocimiento.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Precisión de cantidad total de caracteres reconocidos

P= Precisión

P=CR

NC= Numero de Caracteres

CR= Caracteres Reconocidos

CNR= Caracteres No Reconocidos

P=980

NC = CR + CNR

NC = 980+220

Porcentaje Grado de Acierto

PGA= Porcentaje Grado Aciertos

NA= Número de Aciertos

NP= Número de Pruebas

PGA=NA/NP

GA=980/1200

GA=81%

Kohonen	
1200 Caracteres	
Caracteres Reconocidos	980
Caracteres No Reconocidos	220

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Discusión:

Resultados usando K-Means

Extraído de la investigación titulada "Reconocimientos de caracteres manuscritos de Don Porfirio Días".

Extracción de características: En este caso se probó con un conjunto de 56 letras (sólo vocales), el cual dio como resultado un 58%, se presenta una matriz donde se observa que la letra "a" la confundió con la letra "e" 6 de 15 veces. De igual manera la letra "e" la confundió con la "i" 4 de 12 veces. Estas dos letras "a" y "e" fueron las que tuvieron más problemas. Se hizo otra prueba con 13 letras (solo las vocales "i", "o" y "u"), con lo que se obtuvo un resultado de 84%, sólo tuvo 2 confusiones con la letra "u" y la "o".

Resultados usando Kohonen

Extraído de la investigación titulada "Reconocimientos de caracteres manuscritos de Don Porfirio Días".

Extracción de características: Para todas las arquitecturas de la redes la entrada es de 218 neuronas.

Se usaron los mismos archivos de patrones para el entrenamiento de la red y se probaron con estos mismo dando como resultado:

Para el conjunto de 56 letras vocales, y una red de *Kohonen* de 5 X 2 neuronas de salida. Como se puede observar la misma vocal está representada de muchas formas, esto hace que ambos reconocedores tengan poco porcentaje de reconocimiento.

Se realizó una prueba con un conjunto de patrones compuesto por 86 letras (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v), dando un resultado de 63% de reconocimiento. La letra "c" no las pudo reconocer, confundiendo con la "l" y la "v". La arquitectura de la red fue de 5 Renglones por 12 Columnas neuronas de salida.

Modificando la arquitectura de la red ahora con 2 Renglones por 30 Columnas reconoció un 70%, la letra con más confusión fue la "n".

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Discusión:

Se realizó el estudio de algoritmos de reconocimiento de patrones (Kohonen y K Medidas), los cuales dieron resultados regulares alrededor de 61 % de reconocimiento la red de kohonen y el algoritmo K Medidas 45 %, esto se debe principalmente a que las letras tienen muchas inconsistencias de una palabra a otra, e incluso dentro de la misma palabra.

Se concluye que:

El Vecino Más Cercano es un algoritmo supervisado, sé tiene que saber de antemano cual es el prototipo que representa a cada clase. Para esto se implementó el algoritmo de *K-Means*, que se encarga de calcular los centroides, que son los representantes de cada clase, entrada del clasificador Vecino Más Cercano.

Esta investigación está abierta todavía y falta mucho por experimentar con las técnicas desarrolladas, hace falta realizar más pruebas en la red de Kohonen, por ejemplo cambiando el tamaño de la matriz de cada letra, ingresando más neuronas de entrada.

Algoritmo Propuesto	Porcentaje de Reconocimiento
Vecino Más Cercano K-Means	92%
Red de Kohonen	81%

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

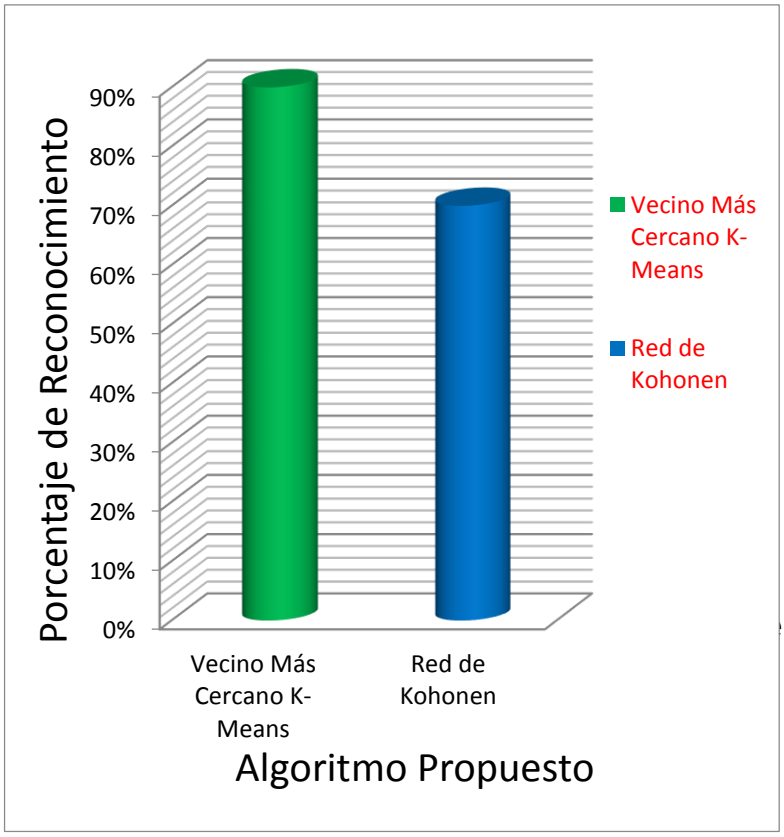


FIGURA 08: Comparación de Porcentaje de Reconocimiento de Algoritmos

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

CAPÍTULO V: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

5. Diseño del Sistema de Protocolo de adquisición de la imagen

La calidad de la imagen tiene que ser la óptima para poder procesarla. En la siguiente figura se muestran los pasos para adquirir la imagen.

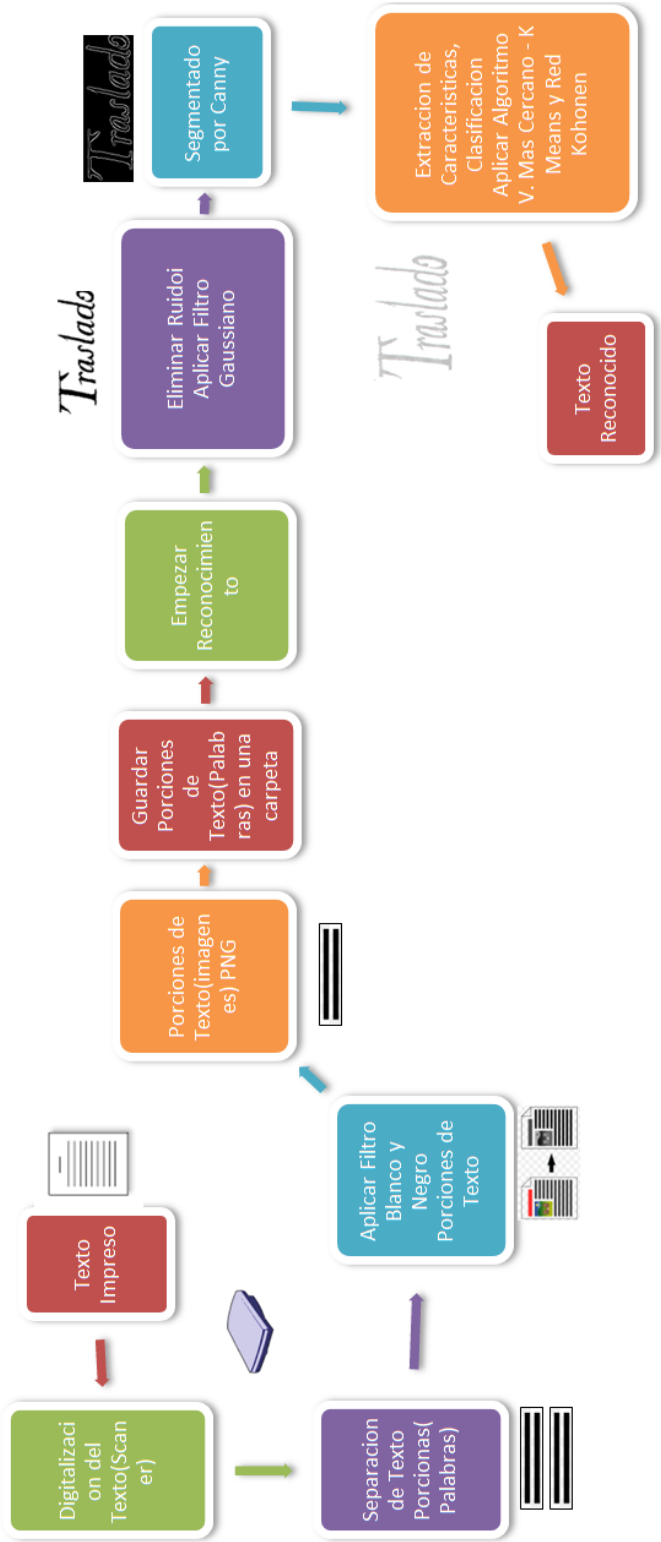


FIGURA 09: Protocolo de Adquisición de Imagen

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Los pasos que se realizó son los siguientes:

El texto se procedió ah escanear, a continuación, ya en la computadora se carga la imagen en programa de reconocimiento de caracteres para separar el texto varias porciones (palabras) y quitar el fondo de color que tiene el texto si se diera el caso, para esto aplicamos un filtro de blancos y negros, se procede a guardar cada porción del texto como una imagen de tipo PNG la cual la utilizaremos para reconocer los caracteres extraídos de la imagen (texto) escaneado.

Las porciones de texto que se guardó en imagen PNG tendrá una altura que varía entre 25 y 120 pixeles y un ancho que varía entre 70 y 200 pixeles.

Las imágenes capturadas se almacenarán en una carpeta a la cual se denominó “Imágenes”.

A continuación, se muestra en siguientes figuras el filtrado a blancos y negros realizado en el software de reconocimiento de caracteres.

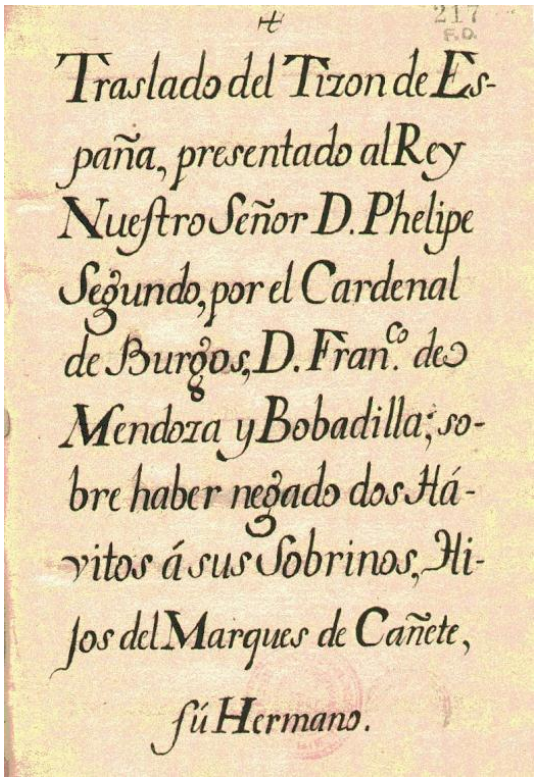

Traslado del Tizon de Es-
paña, presentado al Rey
Nuestro Señor D. Phelipe
Segundo, por el Cardenal
de Burgos, D. Fran.co de
Mendoza y Bobadilla; so-
bre haber negado dos Há-
vitos á sus Sobrinos, Hi-
jos del Marques de Cañete,
su Hermano.

FIGURA 10: Manuscrito Recuperado de Biblioteca Digital Trapalanda.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Muestras de Imágenes para reconocimiento divididas en porciones de texto (palabras)

FIGURA 11: Muestra de Filtro Blancos y Negros y Recorte.

FIGURA 12: Muestra de Filtro Blancos y Negros y Recorte.

FIGURA 13: Muestra de Filtro Blancos y Negros y Recorte.

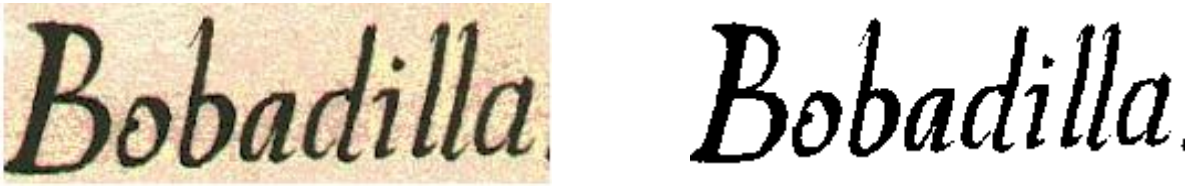


FIGURA 14: Muestra de Filtro Blancos y Negros y Recorte.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

5.2. Pre procesamiento

En esta etapa se tratará de mejorar la calidad y apariencia de la imagen original adquirida. Aquí se trata de resaltar ciertas características de la imagen, siendo lo más importante eliminar el ruido o características no deseadas que pueda tener la imagen de esa manera se lograra tener una imagen adecuada para su posterior análisis.

Filtrado de imagen

Es necesario filtrar la imagen para quitar ruido, para realizar esto es necesario reducir la amplitud de las variaciones de la imagen, una forma de quitar el ruido es aplicando El Filtro de Ruido Gaussiano denominado también ruido normal. Este ruido surge en el momento de la adquisición de la imagen por un sensor de una cámara, escáner o similar en malas condiciones, a la mala iluminación y/o alta temperatura y al ruido del circuito electrónico. Este tipo de ruido tiene como consecuencia el emborronamiento de todos los pixeles de la imagen, provocando un efecto de bruma (blur) que los difumina (Lardier 2001).

Una variable aleatoria continua X sigue una distribución normal de parámetros z' y σ. Se denota X ~ N (z', σ) si su función de densidad está dado por:

$$f(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(z-z')^2/2\sigma^2}, z\epsilon R$$

Donde z representa la intensidad, z' es el valor promedio de z y σ(sigma) es la desviación estándar (σ^2 es la varianza)

Si aplicamos la función Ruido Gaussiano (blur) sobre la imagen original obtenemos el siguiente resultado:

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

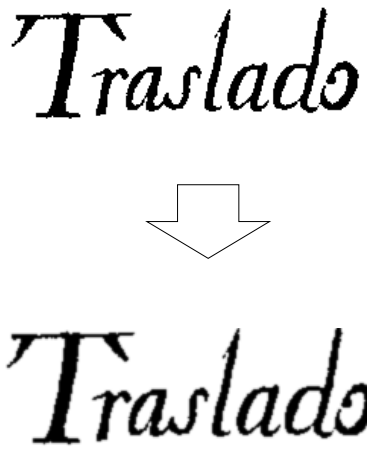


FIGURA 15: Imagen sin ruido aplicando filtro Gaussiano

```
Private Sub GaussianBlur_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles GaussianBlur.Click
    'img = New Bitmap(pbImagen.Image)
    'Dim Filter As GaussianBlur = New GaussianBlur(0.6, 1)
    'Filter.ApplyInPlace(img)
    'pimagesr.Image = img
    Dim objOCR As New OCR.Gaussian_Blur
    img = objOCR.GaussianBlur(pbImagen.Image)
    pimagesr.Image = img
End Sub
```

FIGURA 16: Código Filtro Gaussiano

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

2.1. Tipos de filtro para el pre procesamiento de la Imagen

Filtro Algoritmo Mean Removal

Este tipo de filtrado se usa cuando la imagen es muy oscura y necesitamos aclararla.
Consiste en obtener una imagen, a la cual se le resto su versión suavizada (es decir la imagen borrosa). Podemos obtener la imagen suavizada con la siguiente expresión:

$$f_s(x, y) = f(x, y) - \bar{f}(x, y)$$

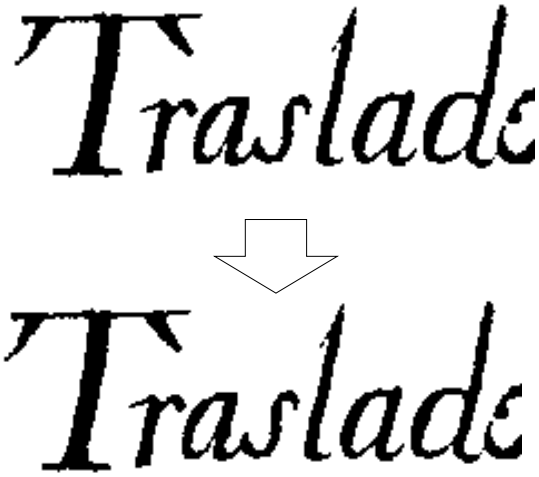


FIGURA 17: Imagen sin ruido aplicando filtro Mean Removal

```
Private Sub MeanRemoval_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MeanRemoval.Click
    'img = New Bitmap(pbImagen.Image)
    'Dim filter As Mean = New Mean()
    'filter.ApplyInPlace(img)
    'pimagesr.Image = img
    Dim objOCR As New OCR.Mean_Removal
    img = objOCR.MeanRemoval(pbImagen.Image)
    pimagesr.Image = img
End Sub
```

FIGURA 18: Codigo filtro Mean Removal

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Filtro Algoritmo Sharpen

Existen varios modelos para implementar el filtro de Shapen digital:

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

0	1	0
1	−4	1
0	1	0

Nótese que la suma de los coeficientes de la máscara debe ser cero, lo que es coherente en el caso de que el punto en cuestión y sus vecinos tengan el mismo valor.

Los píxeles del borde darán como respuesta un número negativo (o positivo) "grande".

Sharpen no se suele usar directamente en la práctica por ser muy sensible al ruido, por lo que se suele usar sumado o restado (según la máscara usada) con la imagen original para realzar los contornos.

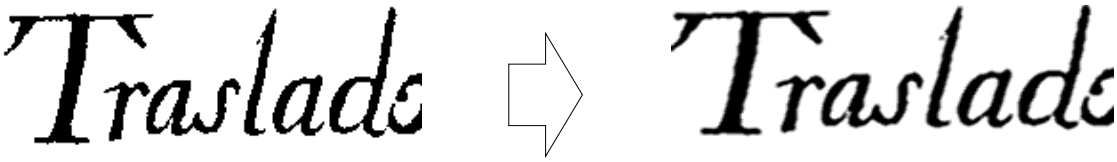


FIGURA 19: Imagen sin ruido aplicando filtro Sharpen

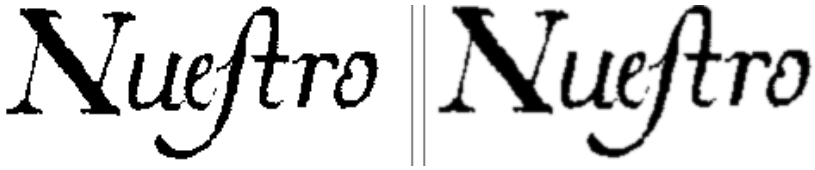
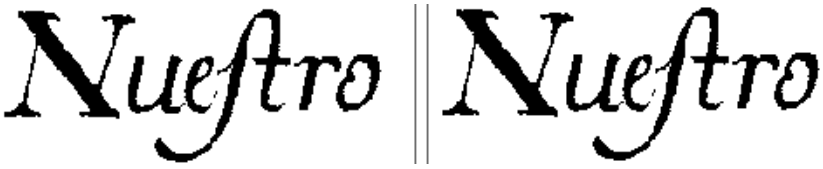
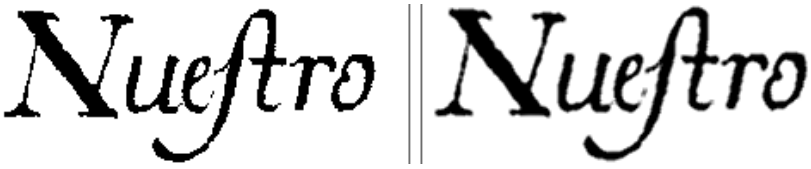
```
Private Sub Sharpen_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Sharpen.Click
    'img = New Bitmap(pbImagen.Image)
    'Dim Filter As GaussianSharpen = New GaussianSharpen(4, 11)
    'Filter.ApplyInPlace(img)
    'pimagesr.Image = img
    Dim objOCR As New OCR.Sharpen
    img = objOCR.GaussianSharpen(pbImagen.Image)
    pimagesr.Image = img
End Sub
```

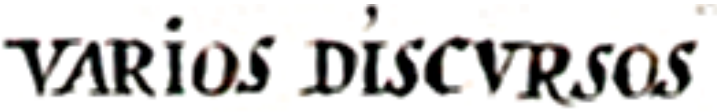
FIGURA 20: Codigo filtro Sharpen

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Pruebas de los tipos de pre procesamiento:

Filtro GaussianBlur:	
Filtro Mean Removal	
Filtro Sharpen	

Filtro GaussianBlur:	
Filtro Mean Removal	
Filtro Sharpen	

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

5.3. Segmentación

La segmentación se ha utilizado para subdividir la imagen en regiones de manera aislada (porciones). El objetivo de esta parte es simplificar la imagen en otra más significativa que sea más fácil de analizar. Se ha utilizado para encontrar los límites de cada objeto dentro de la imagen.

Una vez pre procesada la imagen se deberá fragmentar o segmentar en las diferentes componentes conexas (parte de la imagen donde todos los píxeles son adyacentes entre sí) que la componen. La fragmentación o segmentación es la operación que permite la descomposición de un texto en diferentes entidades lógicas. Para reconocer caracteres es necesaria, en primer lugar, su localización dentro del texto del documento, teniendo en cuenta, en esta operación el orden en el que se disponen en el mismo y los espacios en blanco y finales de línea, para que pueda recomponerse el texto tal y como se encontraba en el documento original.

Se utilizará El Metodo de Canny para la detección de bordes basada en tres criterios:

- El criterio de detección expresa el hecho de evitar la eliminación de bordes importantes y no suministrar bordes espurios.
- El criterio de localización establece que la distancia entre la posición real y la localización del borde se debe minimizar.
- El criterio de una respuesta que integre las respuestas múltiples correspondientes a un único borde.
-

Algoritmos de Canny

1. Se suaviza la imagen $f(m,n)$ con un filtro gaussiano $G(m,n)$, con parámetro de escala σ

$$g(m,n) = e^{\frac{m^2+n^2}{2\sigma^2}}$$

2. Para cada pixel de la imagen se estiman las magnitudes del gradiente

$$g(m,n) = \sqrt{D_x^2(m,n) + D_y^2(m,n)}$$

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Y las direcciones de los bordes locales

$$\propto (m,n) = tan^{-1}(\frac{D_x(m,n)}{D_y(m,n)})$$

3. Se determinan los máximos locales (crestas) de las magnitudes del gradiente.

4. Supresión no maximal: Se eliminan los bordes espurios mediante el operador umbral con histéresis. Es decir, se seleccionan dos valores umbrales, uno superior y otro inferior. Los píxeles cuyo valor de la magnitud del gradiente está por encima del umbral superior se consideran como partes de bordes y se les llama bordes fuertes, mientras que los que tienen una respuesta por debajo del umbral inferior no se consideran bordes. Los que están entre ambos valores se les llama bordes débiles

5. Enlace de bordes: El algoritmo incorpora como bordes aquellos bordes débiles que están conectados a bordes fuertes, es decir, que están dentro de un entorno 3×3. Se repiten los pasos anteriores para valores ascendentes del parámetro de escala σ.

6. Utilizando la información disponible acerca de los bordes para diferentes escalas se aplica la síntesis de características propuesta por Canny. Consiste en marcar primero todos los bordes detectados con el valor más pequeño del parámetro de escala y a partir de ellos se predicen los bordes que se detectarían con un operador para un valor grande de σ (bordes sintetizados). Entonces la respuesta sintetizada de bordes se compara con la respuesta de ella para σ grande. Se marca un borde adicional sólo si su respuesta es más fuerte que la predicha (Eduart 2010).

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

```
Private Sub Canny_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Canny.Click
    REM CREAMOS UNA NUEVA INSTANCIA DEL ALGORITMO DE CANNY
    Dim objOCR As New OCR.Canny
    img = New Bitmap(pbImagen.Image)
    img = objOCR.FiltersSequence(img, 5)
    pimagesseg.Image = img
End Sub
```

FIGURA 21: Código de Filtro Canny.

En la FIGURA 21 se muestra el código en VB.NET para realizar el segmentado de la imagen, para ello se ha utilizado la librería OCR.DLL que a la vez utiliza la librería AForget.net la que contiene una implementación de distintos algoritmos uno de ellos es de Canny el cual estamos utilizando para la segmentación de imagen en esta investigación.

Creamos una instancia de la clase Canny luego creamos una instancia de un Bitmat con la imagen original, el Bitmat creado lo pasamos a la función FiltersSequence y el número 5 que inca que vamos a utilizar el algoritmo de Canny, esta función nos devuelve una nueva imagen segmentada.

En la figura se muestra la imagen de bordes obtenida aplicando el filtro de Canny.

FIGURA 22: Imagen sin segmentar

FIGURA 23: Imagen segmentada por Canny

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

5.3.1. Tipos de segmentado de la Imagen

Algoritmo de Sobel

Ahora, tenemos una definición distinta de cómo encontrar la primera derivada, Sobel lo define de la siguiente manera:

$$w = \begin{bmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ z_4 & z_5 & z_6 \\ z_7 & z_8 & z_9 \end{bmatrix}$$

$$\nabla f \approx |G_x| + |G_y|$$

$$\nabla f \approx |(z_3 + 2z_6 + z_9) - (z_1 + 2z_4 + z_7)| + |(z_7 + 2z_8 + z_9) - (z_1 + 2z_2 + z_3)|$$

Lo aplicamos a la imagen original y obtenemos:

FIGURA 24: Imagen sin segmentar.

FIGURA 25: Imagen segmentada por Sobel.

Notamos que los bordes son más predominantes que los resultados conseguidos con el algoritmo de canny, con la dificultad de que la imagen contiene mayor ruido.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

```
Public Function getSobelValue(ByVal neighbourList As ArrayList, ByVal maskType As String) As Integer
    Dim result As Integer = 0

    Dim sobelX As Integer(,) = {{-1, 0, 1}, {-2, 0, 2}, {-1, 0, 1}}
    Dim sobelY As Integer(,) = {{1, 2, 1}, {0, 0, 0}, {-1, -2, -1}}

    Dim count As Integer = 0

    If (maskType.Equals("X")) Then
        For y As Integer = 0 To 2
            For x As Integer = 0 To 2
                result = result + (sobelX(x, y) * Convert.ToInt16(neighbourList(count)))

                count = count + 1
            Next x
        Next y
    ElseIf (maskType.Equals("Y")) Then
        For y As Integer = 0 To 2
            For x As Integer = 0 To 2
                result = result + (sobelY(x, y) * Convert.ToInt16(neighbourList(count)))

                count = count + 1
            Next x
        Next y
    End If

    Return result
End Function
```

FIGURA 26: Código Algoritmo Sobel

Pruebas de los tipos de segmentación:

Canny	
Sobel	

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Canny	
Sobel	

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

5.4. Extracción de características

La extracción de características es una fase de suma importancia en los Sistemas OCR. En esta etapa se busca obtener los valores de ciertas características predefinidas que permiten identificar patrones.

Existen diversas posibilidades a la hora de especificar qué características se van a utilizar, y la toma de esta decisión definirá en gran medida el rendimiento del sistema. Para elegirlas se debe tener presente que las características de distintas instancias de una clase deben seguir un patrón, mientras que las características de clases distintas deben ser lo suficientemente distintas como para poder diferenciarlas.

Extrayendo las características se genera la matriz de puntos.

```
Private Sub MatrizDePuntos_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MatrizDePuntos.Click

    REM PREGUNTAMOS SI HAY IMAGEN.
    If Me.pbImagen.Image Is Nothing Then
        MessageBox.Show("Carge imagen por favor", "Reconocedor de caracteres", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Exclamation) : Exit Sub
    End If

    REM CREAMOS UNA NUEVA INSTANCIA DE LA IMAGEN.
    img = New Bitmap(pbImagen.Image)
    REM ASIGNAMOS LA IMAGEN AL RECONCEDOR DE CARACTERES.
    objOCR.imagen = img
    REM OBTENEMOS UNA MATRIZ DE PUNTOS DE LA IMAGEN PROCESADA POR EL RECONOCEDOR DE CARACTERES.
    Matriz = objOCR.getMatrixPoint()
    REM MOSTRAMOS LOS PUNTOS EN LA CAJA DE TEXTO
    txtMatriz.Text = objOCR.getShowPoint(Matriz).Trim
    MatrizRecortada = objOCR.getMatrixPointCut()
    txtrecorte.Text = objOCR.getMatrixTextCut(MatrizRecortada).Trim

End Sub
```

FIGURA 27: Código Extracción Matriz de Puntos.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

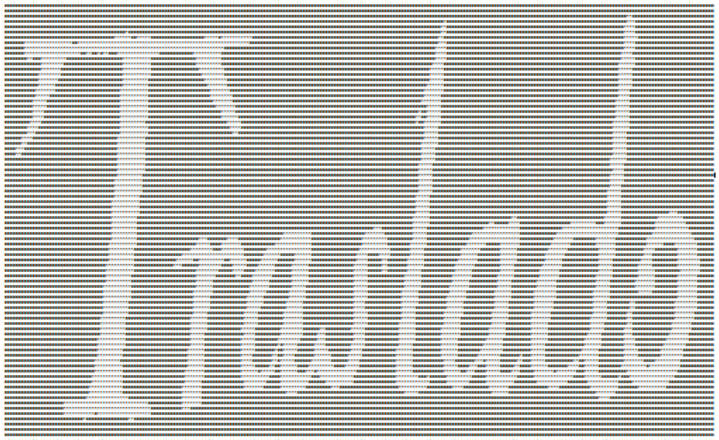


FIGURA 28: Matriz de Puntos.

Pasos utilizados para generar matriz de puntos: binarizado.

a) Definimos una matriz de datos de la siguiente forma:

Obtenemos el alto de la imagen

Alto = img.Height-1

Ancho = img.Width-1

Matriz (Alto Imagen, Ancho imagen)

b) Recorremos las filas y columnas de la imagen

Desde x=0 hasta Alto

Desde y=0 hasta Ancho

Obtenemos el color de los puntos.

Color = getPixel(x, y)

Comparamos el color

Si Color = blanco Entonces

Matriz(x, y) = 0

Sino

Matriz(x, y) = 1

Fin Si

Fin Desde

Fin Desde

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Realizamos la matriz de recorte de la imagen.

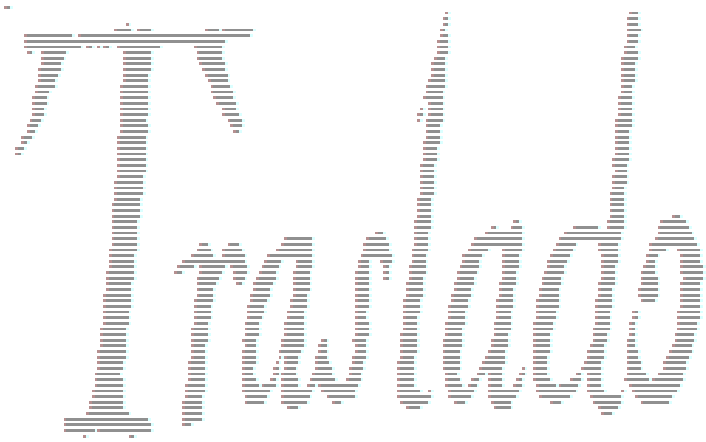


FIGURA 29: Recorte de la imagen.

a) Definimos una matriz de datos de la siguiente forma:

Obtenemos el alto de la imagen

Alto = Numero de Filas de la matriz de puntos

Ancho = Numero de columnas de la matriz de puntos

Matriz (Alto, Ancho)

b) Recorremos las filas y columnas de la imagen de la matriz de puntos

Desde x=0 hasta Alto

Desde y=0 hasta Ancho

Recorremos las filas

Si Matriz (x,y)= 1 Entonces

Matrizr (x,y)= Matriz(x,y)

Fin Si

Fin Desde

Fin Desde

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

5.5. Clasificación

Para la clasificación de las muestras obtenidas en base a las características extraídas por los descriptores se ha escogido dos clasificadores: Algoritmo vecino más cercano, Algoritmo de K-Means, Red Neuronal de Kohonen.

5.5.1. Clasificación con algoritmo de vecino más cercano.

1. Definimos una Tabla de Datos T(n, p)

   Los elementos de T(n, p) presentan una estructura de grupo o de jerarquía de grupos encajados.

   Tabla T(n, p)

PUNTO	X	Y
PUNTO1	1	2
PUNTO2	2	1
PUNTO3	4	1
PUNTO4	5	4
PUNTO5	3	5
PUNTO6	3	3
…	…	…
PUNTON	…	…

En el método de vecino más cercano se aplica etapas del proceso de clasificación:

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

5.5.1.1. Etapas Vecino más cercano

PRIMERA ETAPA

Con una distancia d_{ij} podemos evaluar la disimilaridad entre objetos ah clasificar. Podemos crear una tabla D(n,n), simétrica, que resume las distancias entre los n objetos a clasificar, comparados dos a dos. Suponemos que es aceptable considerar que la distancia entre dos clases que contienen un solo objeto cada una es igual a la distancia entre los objetos:

$$d_{(\{x\},\{y\}} = d_{(x,y)} \forall x, y \in I$$

Los términos diagonales de D(n,n) son nulos, puesto que, si d_{ij} es una distancia:

$$d_{(\{x\},\{x\})} = d_{(x,x)} = 0 \ \forall x \in I$$

SEGUNDA ETAPA

Buscamos en la tabla D(n, n) el término extra-diagonal mínimo, es decir el valor $d_{(\{x\},\{x\})} = d_{(x,y)}$minimo.

Formamos una nueva clase que reagrupa esos dos objetos: {x} y {y}.

INTERACION

Se recomienza a partir de la primera etapa, pero ahora solo con n – 1 objetos a comparar, puesto que una clase contiene otros dos objetos.

Para calcular la Tabla D'(n-1, n-1) correspondiente a la nueva situación debemos darnos un criterio para calcular la distancia entre una clase que contiene dos objetos y las clases restantes que sólo contienen un objeto.

La estrategia de agregación responde a ese problema.

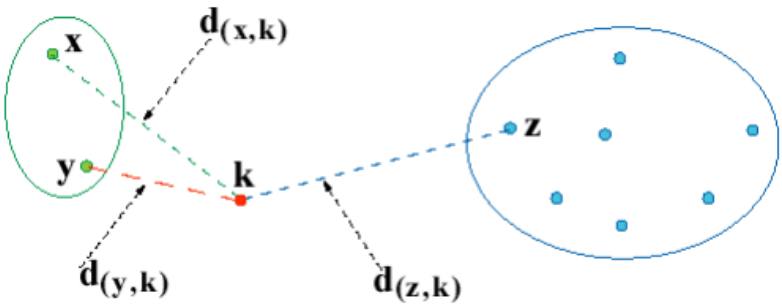
Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

La estrategia del vecino más cercano consiste en elegir como distancia entre la clase {x; y} y la clase {k} la más pequeña de las dos distancias siguientes: $d_{(\{x\},\{k\})}$ o bien $d_{(\{y\},\{k\})}$.

En cada etapa t de iteración del proceso de agregación por el método del vecino más cercano, la Tabla D (n-t, n-t) es construida con la siguiente distancia ultra métrica:

$$d_{(\{x,y\},\{k\})} = Min\left(d_{\{x,k\}}; d_{\{y,k\}}\right)$$



Realizamos la Primera agregación

Utilizando la distancia euclidiana,

$$\mathbf{d_{(i,j)} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad \forall i = 1,\ldots,n \;\; ; \;\; \forall j = 1,\ldots,n}$$

Recorremos las distancias de los puntos del objeto para obtener la distancia, luego obtenemos la distancia mínima.

Ah continuación en la figura se muestra, la tabla de datos, las iteraciones y los puntos recorridos por el algoritmo de vecino más cercano para el reconocimiento y clasificación de la imagen

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA DE DATOS VECINO MÁS CERCANO

Punto	X	Y
Punto 1	4	29
Punto 2	4	30
Punto 3	5	29
Punto 4	5	30
Punto 5	6	27
Punto 6	6	28
Punto 7	6	29
Punto 8	7	9
Punto 9	7	10
Punto 10	7	11
Punto 11	7	27
Punto 12	7	28
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Punto 3906	246	52

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ITERACIONDES DEL VECINO MAS CERCANO

Punto	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10	...	Punto 14
Punto 1	0	1	1	1.41421356	2.82842712	2.23606798	2	20.2237484	19.2353841	18.2482876	...	19.4164878
Punto 2	1	0	1.41421356	1	3.60555128	2.82842712	2.23606798	21.2132034	20.2237484	19.2353841	...	20.3960781
Punto 3	1	1.41421356	0	1	2.23606798	1.41421356	1	20.0997512	19.1049732	18.1107703	...	19.2353841
Punto 4	1.41421356	1	1	0	3.16227766	2.23606798	1.41421356	21.0950231	20.0997512	19.1049732	...	20.2237484
Punto 5	2.82842712	3.60555128	2.23606798	3.16227766	0	1	2	18.0277564	17.0293864	16.0312195	...	17.1172428
Punto 6	2.23606798	2.82842712	1.41421356	2.23606798	1	0	1	19.0262976	18.0277564	17.0293864	...	18.1107703
Punto 7	2	2.23606798	1	1.41421356	2	1	0	20.0249844	19.0262976	18.0277564	...	19.1049732
Punto 8	20.2237484	21.2132034	20.0997512	21.0950231	18.0277564	19.0262976	20.0249844	0	1	2	...	1.41421356
Punto 9	19.2353841	20.2237484	19.1049732	20.0997512	17.0293864	18.0277564	19.0262976	1	0	1	...	1
Punto 10	18.2482876	19.2353841	18.1107703	19.1049732	16.0312195	17.0293864	18.0277564	2	1	0	...	1.41421356
Punto 11	3.60555128	4.24264069	2.82842712	3.60555128	1	1.41421356	2.23606798	18	17	16	...	17.0293864
Punto 12	3.16227766	3.60555128	2.23606798	2.82842712	1.41421356	1	1.41421356	19	18	17	...	18.0277564
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Punto 21	19.6468827	20.6155281	19.4164878	20.3960781	17.2626765	18.2482876	19.2353841	2.23606798	2	2.23606798	...	1

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

PUNTOS RECORRIDOS VECINO MÁS CERCANO

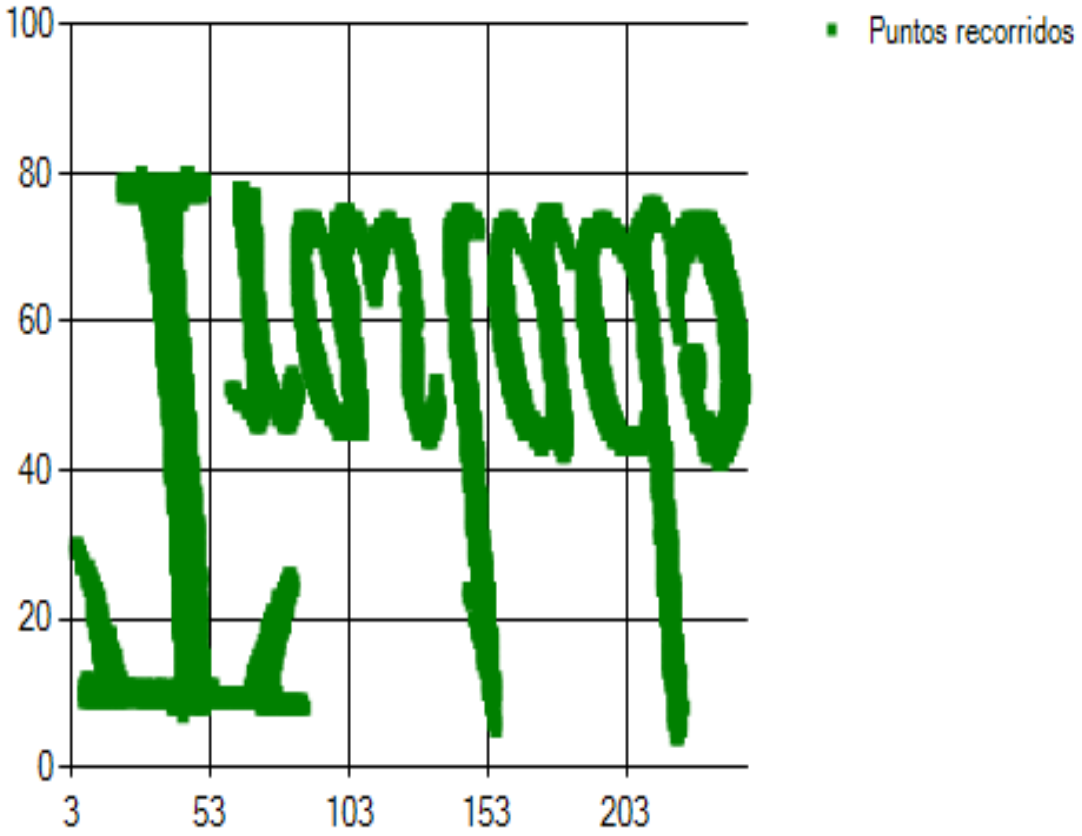


FIGURA 30: Puntos Recorridos Vecino Más Cercano.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

```
Private Sub AlgoritmoElVecinoMasCercanoToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles AlgoritmoElVecinoMasCercanoToolStripMenuItem.Click
    'T.Rows.Clear()
    'T.Columns.Clear()

    'TT.Rows.Clear()
    'TT.Columns.Clear()

    If Me.pbImagen.Image Is Nothing Then
        MessageBox.Show("Carge imagen por favor", "Reconocedor de caracteres", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Exclamation) : Exit Sub
    End If

    If txtMatriz.Text.Trim = "" Then
        MessageBox.Show("Genere matriz de puntos por favor", "Reconocedor de caracteres", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Exclamation) : Exit Sub
    End If

    'ESPERA(500)
    REM OBTENEMOS UNA TABLA GENERADA OPOR EL RECONOCEDOR DE CAR...
    dt = objOCR.getDataTable(img)
    REM ASIGNAMOS TABLA PARA SER GRAFICADO.
    Me.T.DataSource = dt
    REM OBTENEMOS VALORES ALGORITMO MAS CERCANO.
    dt2 = objOCR.getIterarAlgoritmoVecinoMasCercano(dt)
    REM ASIGNAMOS TABLA PARA SER GRAFICADO.
    Me.TT.DataSource = dt2
    REM LIMPIAMOS SERIE
    cg.Series.Clear()
    REM GENERAMOS VECTORES DE PUNTOS
    Dim a() As Integer = objOCR.getVectorA(dt)
    Dim b() As Integer = objOCR.getVectorB(dt)
    Dim series As New Series("Puntos recorridos")
    series.Points.DataBindXY(a, b)
    series.ChartType = SeriesChartType.Point
    cg.Series.Add(series)
    REM RECONOCEMOS CARACTERES.
    txtTexto.Text = objOCR.RecognizeText(MatrizRecortada, 1)
```

FIGURA 31: Código Vecino Más Cercano.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

5.5.2. Clasificación por algoritmo de K-Means

Los algoritmos de agrupamiento o clustering tienen como objetivo devolver al usuario una serie de puntos que en cierto modo representan al resto de los puntos iniciales por su posición privilegiada con respecto al total. El algoritmo más común utiliza una técnica de refinamiento iterativo que debido a su ubicuidad, es a menudo llamado el algoritmo K-means, también se conoce como algoritmo de Lloyd's. El algoritmo consiste en que dado un conjunto inicial de centroides (punto representativo de un grupo de valores) que pueden ser especificados de manera aleatoria o usando algún tipo de heurística, el algoritmo procede alternando entre dos pasos. El primer paso se puede denominar paso de asignación en el que a cada observación le asigna el grupo con la media más cercana, o lo que es lo mismo, le asigna el grupo del que más cerca se encuentre en el espacio de k dimensiones que se haya especificado al comienzo. Matemáticamente, este paso se resume en la siguiente expresión:

$$s_i^{(t)} = \{x_j: \left| \right| \leq \left| \left| x_j - m_{i^*}^{(t)} \right| \right| for\ all\ i^* = 1, \dots, k\}$$

El segundo paso consiste en calcular las nuevas medias que se convertirán en centroides de las observaciones del grupo hasta el momento, es decir:

$$m_i^{(t+1)} = \frac{1}{\left| s_i^{(t)} \right|} \sum_{x_j \in s_i^{(t)}} x_j$$

Se ha Seguido en el algoritmo kameans.

Definimos una matriz de datos.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Coordenadas	Punto1	Punto2	…	Punton	Cluster 1	Cluster 2
X	1	2	…	…	1	2
Y	1	1	…	…	1	1

Segundo paso:

$D_{1,1}$ =RAIZ ((1-1)^2+(1-1)^2)

$D_{1,2}$ =RAIZ ((1-2)^2+(1-1)^2)

$D_{1,3}$ =RAIZ ((1-4)^2+(3-1)^2)

$D_{1,4}$ =RAIZ ((1-5)^2+(4-1)^2)

$D_{2,1}$ =RAIZ ((2-1)^2+(1-1)^2)

$D_{2,2}$ =RAIZ ((2-2)^2+(1-1)^2)

$D_{2,3}$ =RAIZ ((2-4)^2+(3-1)^2)

$D_{2,4}$ =RAIZ ((2-5)^2+(4-1)^2)

Distancia	Punto1	Punto2	Punto3	Punto4	…	Punton
Cluster 1	0	1	3.605551	5	…	…
Cluster 2	1	0	2.828427	4.242641	…	…

TercerPaso:

Distancia	Punto1	Punto2	Punto3	Punto4	…	Punton	Suma SI
Cluster 1	SI	N0	SI	NO	…	…	1
Cluster 2	NO	SI	SI	SI	…	…	3

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Si (0>1) entonces NO sino SI

Si (1>0) entonces NO sino SI

Si (3.605551>2.828427) entonces NO sino SI

Si (5>4.242641) entonces NO sino SI

Si (SI="SI") entonces NO sino SI

Cuarto paso:

		Cluster 1	
Suma de X cuando Cluster1 es igual a SI	1	1	Nuevo X
Suma de X cuando Cluster2 es igual a SI	1	1	Nuevo Y
		Cluster 2	
Suma de Y cuando Cluster1 es igual a SI	11	3,667	Nuevo X
Suma de Y cuando Cluster2 es igual a SI	8	2,667	Nuevo Y

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

TABLA DE DATOS ALGORITMO DE K-MEANS

Punto	X	Y
Punto 1	4	29
Punto 2	4	30
Punto 3	5	29
Punto 4	5	30
Punto 5	6	27
Punto 6	6	28
Punto 7	6	29
Punto 8	7	9
Punto 9	7	10
Punto 10	7	11
Punto 11	7	27
Punto 12	7	28
Punto 13	8	9
Punto 14	8	10
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Punto 3906	246	52
Cluster 1	0.7055475	1.066848
Cluster 2	0.5795186	0.5791249

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ITERACIONES VECINO ALGORITMO DE K-MEANS

Punto	Cluster 1	Cluster 2
Punto 1	4.24264069	40.3112887
Punto 2	5	40.3112887
Punto 3	5.65685425	40.3112887
Punto 4	6.40312424	38.9486842
Punto 5	7.07106781	37.4833296
Punto 6	7.07106781	38.8973007
Punto 7	7.81024968	29.1204396
Punto 8	8.48528137	12.0415946
Punto 9	8.48528137	13.453624
Punto 10	8.48528137	27.8567766
Punto 11	8.48528137	37.4833296
Punto 12	9.21954446	28.1602557
Punto 13	9.89949494	12.0415946
Punto 14	9.89949494	13.453624
Punto 15	9.89949494	14.8660687
Punto 16	9.89949494	26.4007576
.	.	.
.	.	.
.	.	.
Punto 3904	346.482323	70.0071425
Punto 3905	346.482323	71.4212853

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

PUNTOS RECORRIDOS ALGORITMO K-MEANS

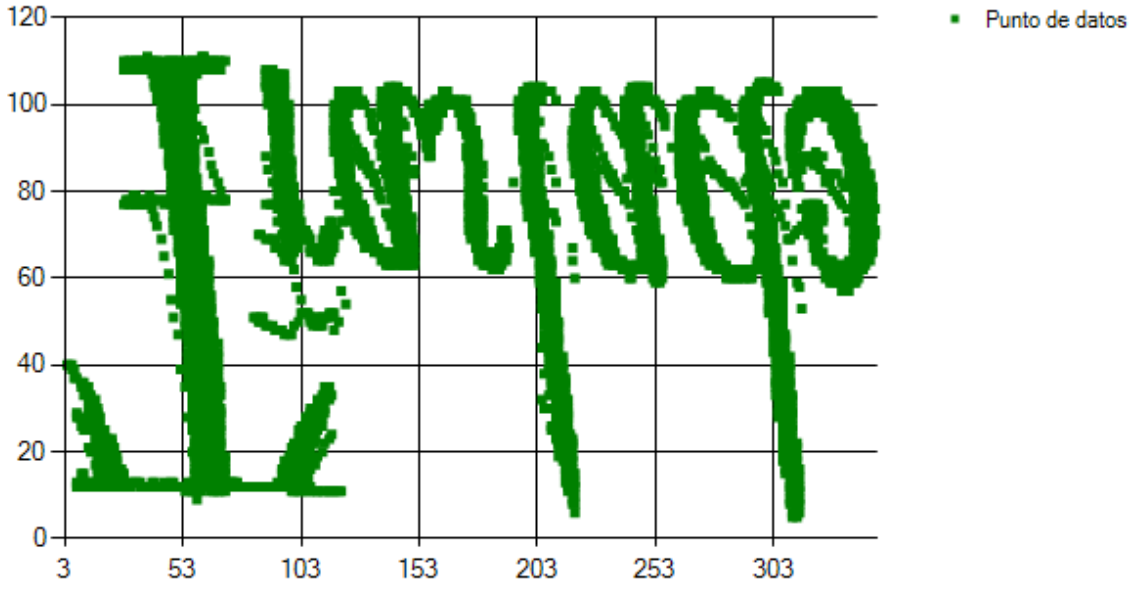


FIGURA 32: Puntos Recorridos K-Means.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis


```
Private Sub AlgoritmoDeKMeansToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles AlgoritmoDeKMeans.Click
    'verificamos que la imagen no se nula.
    If Me.pbImagen.Image Is Nothing Then
        MessageBox.Show("Carge imagen por favor", "Reconocedor de caracteres", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Exclamation) : Exit Sub
    End If

    REM verficamos que la matriz de puntos ha sido generada
    If txtMatriz.Text.Trim = "" Then
        MessageBox.Show("Genere matriz de puntos por favor", "Reconocedor de caracteres", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Exclamation) : Exit Sub
    End If

    'ESPERA(500)
    REM OBTENEMOS TABLA IMAGEN
    dt = objOCR.getData(img)
    REM ASIGNAMOS TABLA INGEN
    Me.T1.DataSource = dt
    REM OBTENEMOS CANTIDAD DE FILAS QUE TIENE TABLA.
    Dim filas As Int32 = dt.Rows.Count - 1
    filas = filas - 2

    REM OBTENEMOS PUNTOS TABLA DESPUES DE ITERAR ALGOTIMO...
    dt2 = objOCR.getIterarAlgoritmoKmeans(dt, filas)
    REM ASIGNAMOS TABLA A GRAFICADOS
    Me.TT1.DataSource = dt2

    cg1.Series.Clear()
    Dim a() As Integer
    a = objOCR.getVectorA(dt2)
    Dim b() As Integer
    b = objOCR.getVectorB(dt2)
    Dim series As Series
    series = New Series("Punto de datos")
    series.Points.DataBindXY(a, b)
    series.ChartType = SeriesChartType.Point
    'series.BorderColor = Color.Red
    cg1.Series.Add(series)

    REM MOSTRAMOS CARACTERES RECONOCIDOS PARA ELLO ´PASAMOS LA MATRIZ RECORTADA

    txtTexto.Text = objOCR.RecognizeText(MatrizRecortada, 2)
End Sub
```

FIGURA 33: Código K-Means.

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

5.5.3. Clasificación por Kohonen

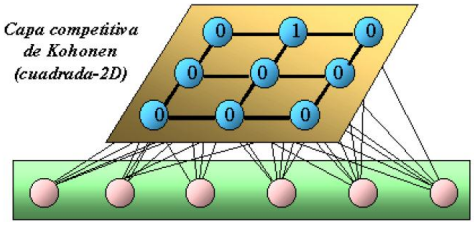
Existen evidencias que demuestran que el cerebro podría poseer la capacidad inherente de formar mapa topológico de las informaciones recibidas del exterior. Por ello, TeuvoKohonen presentó en 1982 un sistema con un comportamiento semejante. Se trataba de un modelo de red neuronal con capacidad para formar mapas de características muy similares al proceso que ocurre en el cerebro.

Existen dos variantes del modelo, denominadas LVQ (Learning Vector Quantization) de una sola dimensión y SOM (SelfOrganizationMap) generalmente bidimensionales aunque inclusive podrian ser tridimensionales.

SOM (Mapa Autoorganizativo)

SOM trata de establecer una correspondencia entre los datos de entrada y un espacio bidimensional de salida, creando mapas topológicos de dos dimensiones, de tal forma que ante datos de entrada con características comunes se deben activar neuronas situadas en zonas próximas de la capa de salida. Por esta razón, la representación habitual de esta red suele ser la mostrada en Fig. 7, donde las M neurona de salida se disponen de forma bidimensional para representar precisamente los mapas de características, es decir se representan en forma de malla.

La interacción lateral entre las neuronas de la capa de salida sigue existiendo, aunque ahora hay que entender la distancia como una zona bidimensional que existe alrededor de cada neurona, esta zona puede ser circular, cuadrada, hexagonal o cualquier otro polígono regular centrada en dicha neurona.



Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis
Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

FIGURA 34: Arquitectura de la Red Kohonen.

El aprendizaje en el modelo de Kohonen es de tipo OFF LINE, es decir, distingue una etapa de aprendizaje y otra de ejecución o funcionamiento.

Esta red utiliza un aprendizaje no supervisado de tipo competitivo. Las neuronas de la capa de salida compiten por activarse y sólo una de ellas permanece activa ante un determinado patrón de entrada a la red. Los pesos de las conexiones se ajustan en función de la neurona que haya resultado vencedora.

Durante la etapa de entrenamiento, se presenta a la red un conjunto de patrones de entrada (vectores de entrenamiento) para que ésta establezca, en función de la semejanza entre los datos, las diferentes categorías (una por neurona de salida que servirán, durante la fase de funcionamiento, para realizar clasificaciones de nuevos patrones que se presenten a la red. Los valores finales de los pesos de las conexiones entre cada neurona de la capa de salida con la de entrada se corresponderán con los valores de los componentes del vector de aprendizaje que consigue activar la neurona correspondiente. En el caso de existir más patrones de entrenamiento que neuronas de salida, más de uno deberá asociarse con la misma neurona, es decir, pertenecerán a la misma clase.

En este modelo, el aprendizaje no concluye después de presentarle, una vez, todos los patrones de entrada, sino que habrá que repetir el proceso varias veces para refinar el mapa topológico de salida. De tal forma, que cuantas más veces se presenten los patrones, tanto más se reducirán las zonas de neuronas que deben activarse ante entradas parecidas, consiguiendo que la red pueda realizar una adecuada y selectiva clasificación [Saavedra, 2006].

Diseño de la Red Neuronal de Kohonen.

Para el desarrollo del presente trabajo se considera la Red de Kohonen como la más apropiada para realizar esta tarea debido a su capacidad de auto-organización. El tamaño de las imágenes procesadas, que son los

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

patrones de ingreso a la red, es de 38 x 30 píxeles; por lo tanto, se requiere de 1140 neuronas en la capa de entrada. Además, la capa de salida cuenta con un mapa de 10 x 10 neuronas.

Además, la vecindad tiene una estructura cuadrada con dimensiones 3*3 y la función de aprendizaje según la que las neuronas vecinas son afectadas por la neurona ganadora es la Gaussiana.

La característica más evidente de una letra es el patrón. Identificamos el área de interés que nos servirá para la clasificación y reconocimiento.

Para almacenar los patrones se ha utilizado el vector por ser el más usual.

$$\boldsymbol{x}=[x_1, x_2, \ldots, x_n]^T$$

Donde x es el patrón y xi son las características.

Para cada clase w de patrones, hay que encontrar una función de decisión dw con la propiedad de que, si x pertenece a la clase w y no a la clase v, entonces:

$$d_w(x) > d_v(x)$$

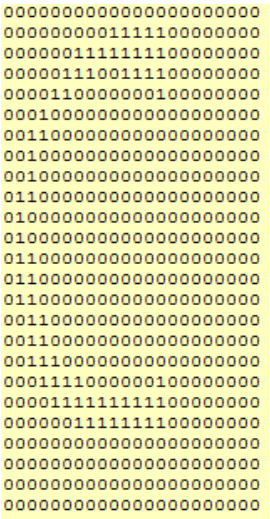


FIGURA 35: Neurona de Entrada

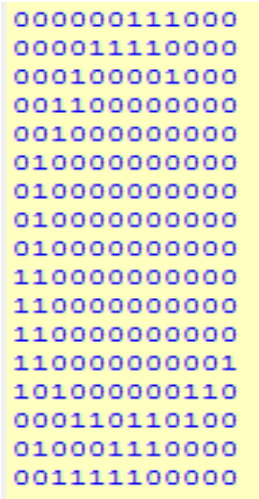


FIGURA 36: Reconocida Comparada

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis


```
Private Sub InitializeComponent()
    Me.ListBox1 = New System.Windows.Forms.ListBox()
    Me.Label1 = New System.Windows.Forms.Label()
    Me.Button1 = New System.Windows.Forms.Button()
    Me.ListBox2 = New System.Windows.Forms.ListBox()
    Me.ofdAbrir = New System.Windows.Forms.OpenFileDialog()
    Me.btnEntrenarNeurona = New System.Windows.Forms.Button()
    Me.btnGenerarPatron = New System.Windows.Forms.Button()
    Me.Label2 = New System.Windows.Forms.Label()
    Me.texto = New System.Windows.Forms.TextBox()
    Me.btnReconocerTexto = New System.Windows.Forms.Button()
    Me.SuspendLayout()
    '
    'ListBox1
    '
    Me.ListBox1.BackColor = System.Drawing.Color.FromArgb(CType(CType(255, Byte), Integer), CType(CType(255, Byte), Integer), CType(CType(192, Byte), Integer))
    Me.ListBox1.BorderStyle = System.Windows.Forms.BorderStyle.None
    Me.ListBox1.Font = New System.Drawing.Font("Courier New", 8.25!, System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, CType(0, Byte))
    Me.ListBox1.ForeColor = System.Drawing.Color.Black
    Me.ListBox1.FormattingEnabled = True
    Me.ListBox1.ItemHeight = 14
    Me.ListBox1.Location = New System.Drawing.Point(12, 24)
    Me.ListBox1.Name = "ListBox1"
    Me.ListBox1.Size = New System.Drawing.Size(204, 644)
    Me.ListBox1.TabIndex = 0
    '
    'Label1
    '
    Me.Label1.AutoSize = True
    Me.Label1.Location = New System.Drawing.Point(12, 8)
    Me.Label1.Name = "Label1"
    Me.Label1.Size = New System.Drawing.Size(107, 13)
    Me.Label1.TabIndex = 1
    Me.Label1.Text = "Neuronas de entrada"
    '
```

FIGURA 37: Código Kohonen N°1.

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis


```
'Button1
'
Me.Button1.Location = New System.Drawing.Point(1173, 8)
Me.Button1.Name = "Button1"
Me.Button1.Size = New System.Drawing.Size(75, 23)
Me.Button1.TabIndex = 2
Me.Button1.Text = "Leer imagen"
Me.Button1.UseVisualStyleBackColor = True
'
'ListBox2
'
Me.ListBox2.BackColor = System.Drawing.Color.FromArgb(CType(CType(255, Byte), Integer), CType(CType(255, Byte), Integer), CType(CType(192, Byte), Integer))
Me.ListBox2.BorderStyle = System.Windows.Forms.BorderStyle.None
Me.ListBox2.Font = New System.Drawing.Font("Courier New", 8.25!, System.Drawing.FontStyle.Regular, System.Drawing.GraphicsUnit.Point, CType(0, Byte))
Me.ListBox2.ForeColor = System.Drawing.Color.Blue
Me.ListBox2.FormattingEnabled = True
Me.ListBox2.HorizontalScrollbar = True
Me.ListBox2.ItemHeight = 14
Me.ListBox2.Location = New System.Drawing.Point(222, 37)
Me.ListBox2.Name = "ListBox2"
Me.ListBox2.ScrollAlwaysVisible = True
Me.ListBox2.Size = New System.Drawing.Size(1026, 532)
Me.ListBox2.TabIndex = 3
'
'ofdAbrir
'
Me.ofdAbrir.FileName = "Abrir"
'
'btnEntrenarNeurona
'
Me.btnEntrenarNeurona.Location = New System.Drawing.Point(222, 647)
Me.btnEntrenarNeurona.Name = "btnEntrenarNeurona"
Me.btnEntrenarNeurona.Size = New System.Drawing.Size(109, 23)
Me.btnEntrenarNeurona.TabIndex = 5
Me.btnEntrenarNeurona.Text = "Entrenar neurona"
Me.btnEntrenarNeurona.UseVisualStyleBackColor = True
'
```

FIGURA 38: Código Kohonen N°2

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

```
'btnGenerarPatron
'
Me.btnGenerarPatron.Location = New System.Drawing.Point(337, 647)
Me.btnGenerarPatron.Name = "btnGenerarPatron"
Me.btnGenerarPatron.Size = New System.Drawing.Size(109, 23)
Me.btnGenerarPatron.TabIndex = 6
Me.btnGenerarPatron.Text = "Generar patron"
Me.btnGenerarPatron.UseVisualStyleBackColor = True
'
'Label2
'
Me.Label2.AutoSize = True
Me.Label2.Location = New System.Drawing.Point(223, 572)
Me.Label2.Name = "Label2"
Me.Label2.Size = New System.Drawing.Size(90, 13)
Me.Label2.TabIndex = 7
Me.Label2.Text = "Texto reconocido"
'
'texto
'
Me.texto.Location = New System.Drawing.Point(226, 588)
Me.texto.Multiline = True
Me.texto.Name = "texto"
Me.texto.ScrollBars = System.Windows.Forms.ScrollBars.Horizontal
Me.texto.Size = New System.Drawing.Size(438, 53)
Me.texto.TabIndex = 8
'
'btnReconocerTexto
'
Me.btnReconocerTexto.Location = New System.Drawing.Point(452, 647)
Me.btnReconocerTexto.Name = "btnReconocerTexto"
Me.btnReconocerTexto.Size = New System.Drawing.Size(109, 23)
Me.btnReconocerTexto.TabIndex = 9
Me.btnReconocerTexto.Text = "Reconocer Texto"
Me.btnReconocerTexto.UseVisualStyleBackColor = True
'
```

FIGURA 39: Código Kohonen N°3

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

```
        'Form2
        '
        Me.AutoScaleDimensions = New System.Drawing.SizeF(6.0!, 13.0!)
        Me.AutoScaleMode = System.Windows.Forms.AutoScaleMode.Font
        Me.ClientSize = New System.Drawing.Size(1251, 682)
        Me.Controls.Add(Me.btnReconocerTexto)
        Me.Controls.Add(Me.texto)
        Me.Controls.Add(Me.Label2)
        Me.Controls.Add(Me.btnGenerarPatron)
        Me.Controls.Add(Me.btnEntrenarNeurona)
        Me.Controls.Add(Me.ListBox2)
        Me.Controls.Add(Me.Button1)
        Me.Controls.Add(Me.Label1)
        Me.Controls.Add(Me.ListBox1)
        Me.FormBorderStyle = System.Windows.Forms.FormBorderStyle.FixedToolWindow
        Me.Name = "Form2"
        Me.StartPosition = System.Windows.Forms.FormStartPosition.CenterScreen
        Me.Text = "Kohonen"
        Me.ResumeLayout(False)
        Me.PerformLayout()

    End Sub
    Friend WithEvents ListBox1 As System.Windows.Forms.ListBox
    Friend WithEvents Label1 As System.Windows.Forms.Label
    Friend WithEvents Button1 As System.Windows.Forms.Button
    Friend WithEvents ListBox2 As System.Windows.Forms.ListBox
    Friend WithEvents ofdAbrir As System.Windows.Forms.OpenFileDialog
    Friend WithEvents btnEntrenarNeurona As System.Windows.Forms.Button
    Friend WithEvents btnGenerarPatron As System.Windows.Forms.Button
    Friend WithEvents Label2 As System.Windows.Forms.Label
    Friend WithEvents texto As System.Windows.Forms.TextBox
    Friend WithEvents btnReconocerTexto As System.Windows.Forms.Button
End Class
```

FIGURA 40: Código Kohonen N°4

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

CAPÍTULOVI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones y Recomendaciones

6.1.1. Conclusiones

a) Los algoritmos de reconocimiento han permitido tener una adecuada descripción e identificación de características de los caracteres en tiempo real. Los algoritmos de clasificación como Vecino más Cercano, algoritmo de K-Means y una Red Neuronal de Kohonen, donde se concluye que la red Vecino más cercano y K-Means proporcionan un mejor método de reconocimiento más eficiente.

b) Para el pre-procesamiento de imagen, primero se capturo la imagen con el contenido textual, se aplicó un filtro de blancos y negros en la imagen del texto capturada, eso fue necesario para el reconocimiento ya que los algoritmos no se implementaron en su totalidad para reconocer textos con fondos ni letra de colores diferentes al blanco y negro, seguido se pudo extraer las características. Terminada la extracción se identificaron patrones y se comparó los resultados, estos datos generados se procesan para encontrar características propias de cada carácter manuscrito.

c) En las pruebas se evidencio que las palabras con letras “p, q, s, j, f”, confunden considerablemente al reconocedor, como se muestra en los resultados parciales. Cuando se eliminaron letras, se incrementó el porcentaje de reconocimiento considerablemente, una posible solución sería crear subgrupos de cada letra, ya que existen muchas variantes de la misma, el reconocedor de la red neuronal de Kohonen obtuvo un 81 % de reconocimiento, mientras que el Vecino más Cercano y K-Means obtuvieron un 92 % de reconocimiento.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

d) El investigador ha logrado implementar los algoritmos de reconocimiento de caracteres cómo son algoritmo vecino más cercano, el algoritmo de K-means y la red de Kohonen en el lenguaje de programación VB.Net.

6.1.2. Recomendaciones

a) La investigación reconoce caracteres manuscritos antiguos con redes neuronales de Kohonen, algoritmos de Vecino más Cercano y algoritmos de K-means, dejando abierta la posibilidad para que futuras investigaciones puedan realizar más reconocimiento.

b) La investigación logro el reconocimiento de caracteres manuscritos con lenguaje de programación VB.net pero se recomienda implementar los algoritmos de reconocimiento y la red neuronal en otro lenguaje de programación.

c) La investigación logro un reconocimiento de textos manuscritos con fondo blanco, pero se recomienda implementar más los algoritmos de reconocimiento para que el reconocedor detecte el texto en fondo de diferente color (crema, negro, etc).

d) Puede agregarse la comparación de la salida del reconocedor de caracteres contra un diccionario, esto serviría para incrementar a un más el porcentaje de reconocimiento o en su caso implementar una gramática para la verificación de la sintaxis.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

REFERENCIAS

BLIBLIOGRAFIA

David Aguilar, & Vicente Toledo. (1995). *"Diseño de un OCR utilizando Redes Neuronales Artificiales".* Puebla: Universidad de las Americas.

Gomez Gil, & Maria del Pilar. (2003). *"Descripcion de Proyectos de Investigacion: Grupo de Reconocimiento de Patrones y Redes Neurnales".* Documento tecnico interno.

Karina Toscano, Humberto Sossa, Ricardo Barrón & Gabriel Sánchez.(2009). *"Reconocimiento de caracteres manuscritos mediante información del proceso inverso en la realización de su trazo".* Colombia: Universidad Antioquia.

Arianna Faraón. (2001). *"Reconocimiento de Caracteres Manuscritos con Redes Neuronales Recurrente".* España: Departamento Sistemas Informáticos y Computación de la Universidad Politécnica de Valencia.

Gomez Gil, & Maria del Pilar. (2002).*"Notas del Cursos Redes Neuronales".* Puebla: Universidad de las Americas.

Morasso P. (2003). *"Modelos Neuronales para Letras Cursicas Escritas a Mano".*USA: Proceding Of First International Join Conference On Neural Networks.

Gomez Gil & Oldham. (1993). *"Aplicación de Redes Neuronales Artificiales a un Problema complejo de reconocimiento: letras manuscritas tipo SCRIPT".* Mexico: IV Congreso Internacional de Electronica y Comunicaciones.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

Cisneros Carrillo. (2007). *"Conversion de Texto Manuscrito a Formato Digital Utilizando Maquinas de Soporte Vectorial".* Mexico: Instituto Politecnico Nacional.

Mauricio Duran. (2009). *"Reconocimiento de Caracteres Ópticos por medio de Correlación y Redes Neuronales".* Bolivia: Universidad Pontificia Bolivariana.

Héctor Toselli. (2004). *"Reconocimiento De Texto Manuscrito Continuo"*. España: Universidad Politécnica De Valencia Departamento De Sistemas Informáticos Y Computación.

Eduart Garrido. (2010). *"Diseño e Implementación de un Módulo de Reconocimiento de Numero Manuscritos".*Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú Facultad de Ciencias e Ingeniería.

Juan Ordoñez. (2008). *Reconocimiento Óptico De Caracteres (Ocr) Con Redes Neuronales Estado Del Arte.*

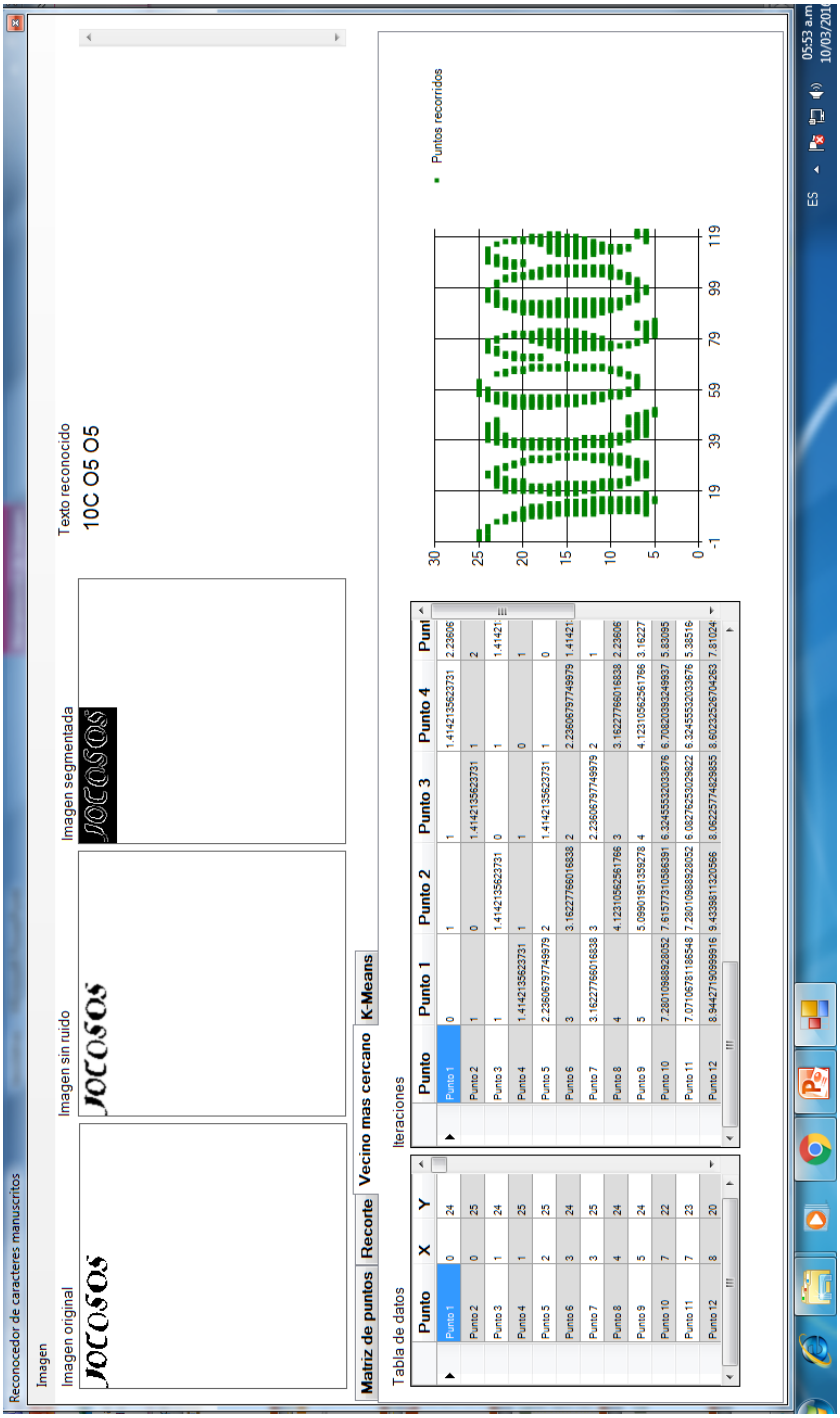
Maria Villanueva. (2002). *"Las Redes Neuronales Artificiales y su Importancia como Herramienta en la Toma de Decisiones".* Perú:Universidad Mayor de San Marcos.

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 01

MUESTRA DE UNA DE LAS PRUEBAS REALIZADAS



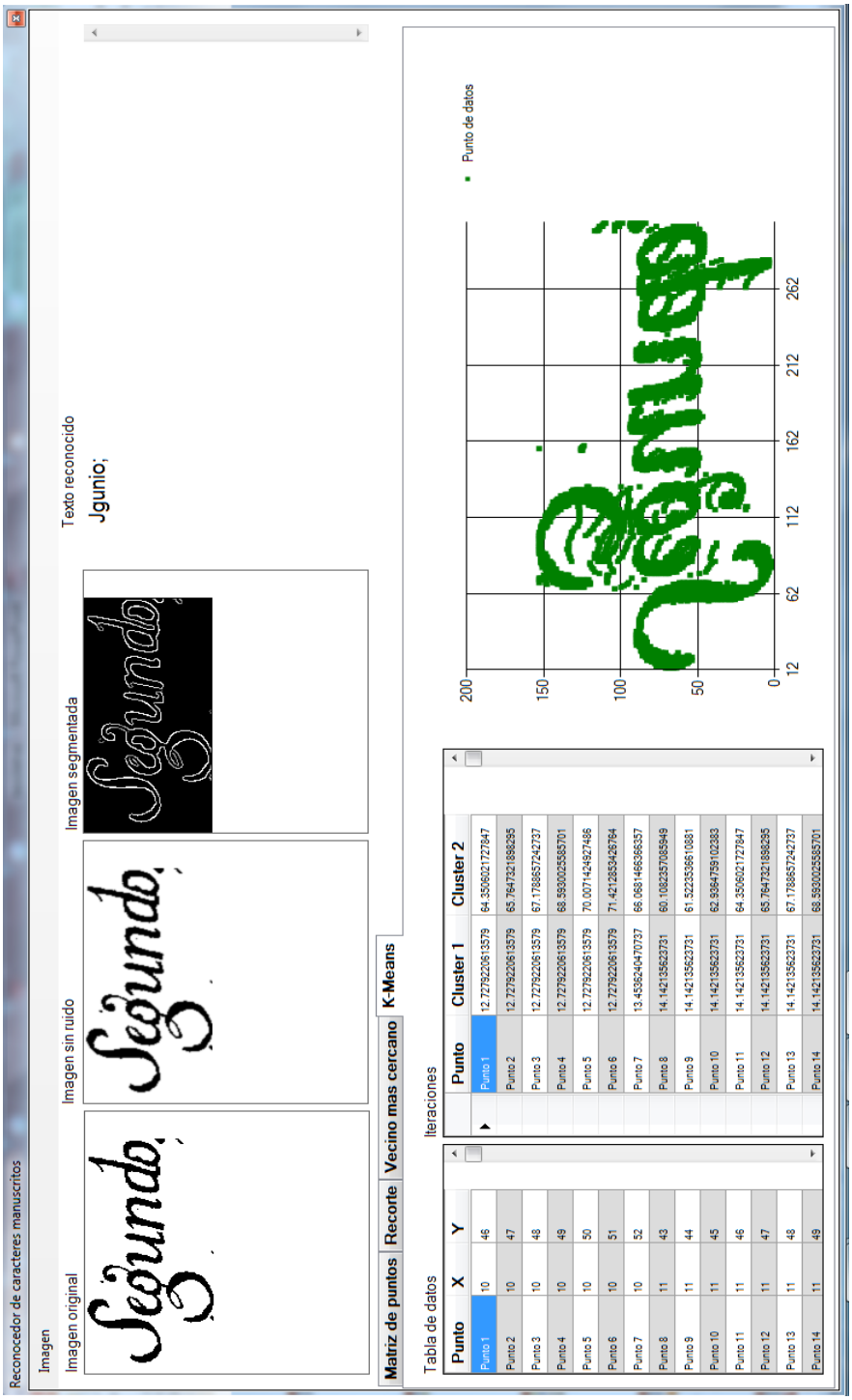
Se observa que la letra “s” la confunde con el numero 5

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 02

MUESTRA DE UNA DE LAS PRUEBAS REALIZADAS



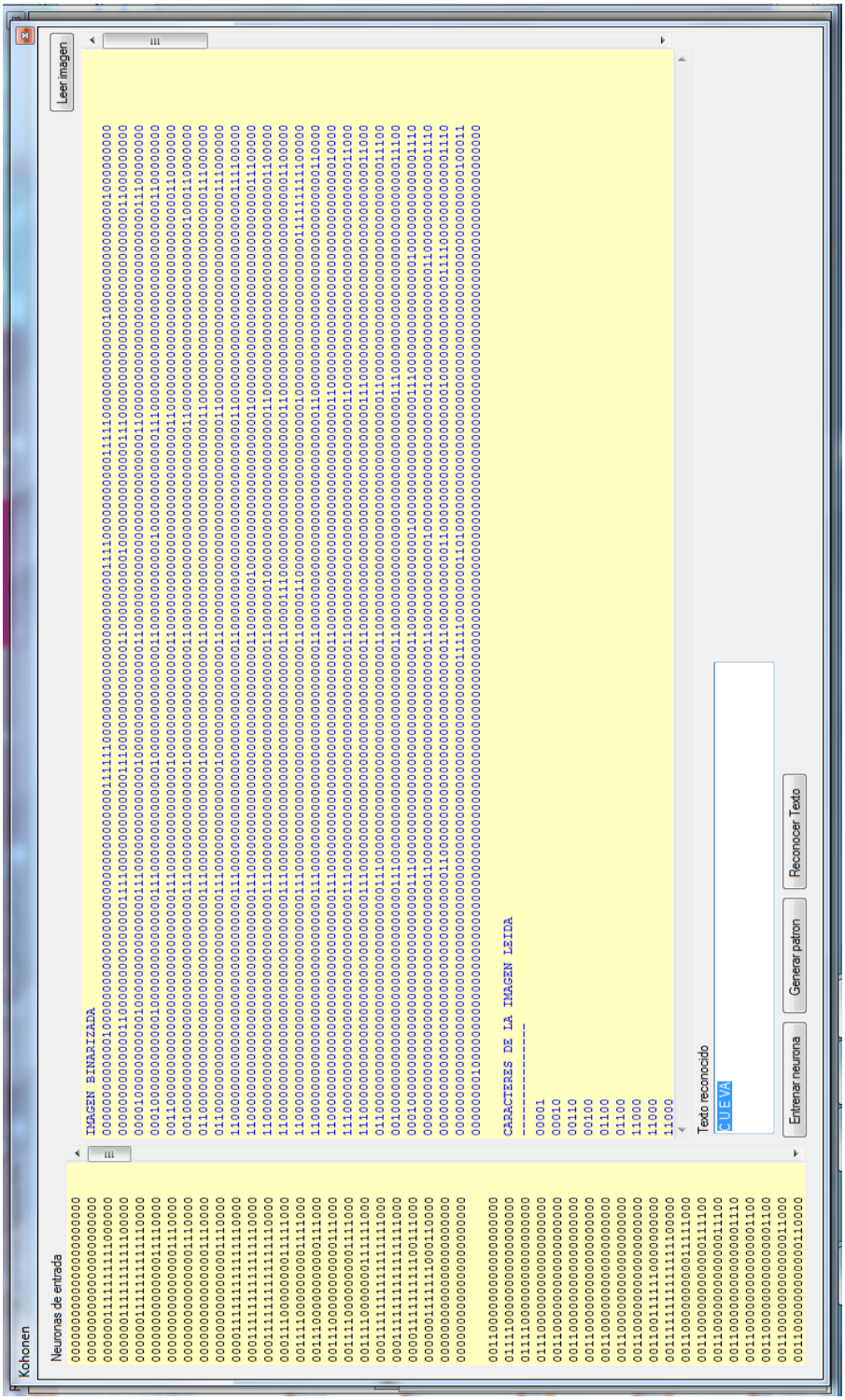
Se observa que la letra “s” mayúscula la confunde con la letra “J “

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 03

MUESTRA DE UNA DE LAS PRUEBAS REALIZADAS



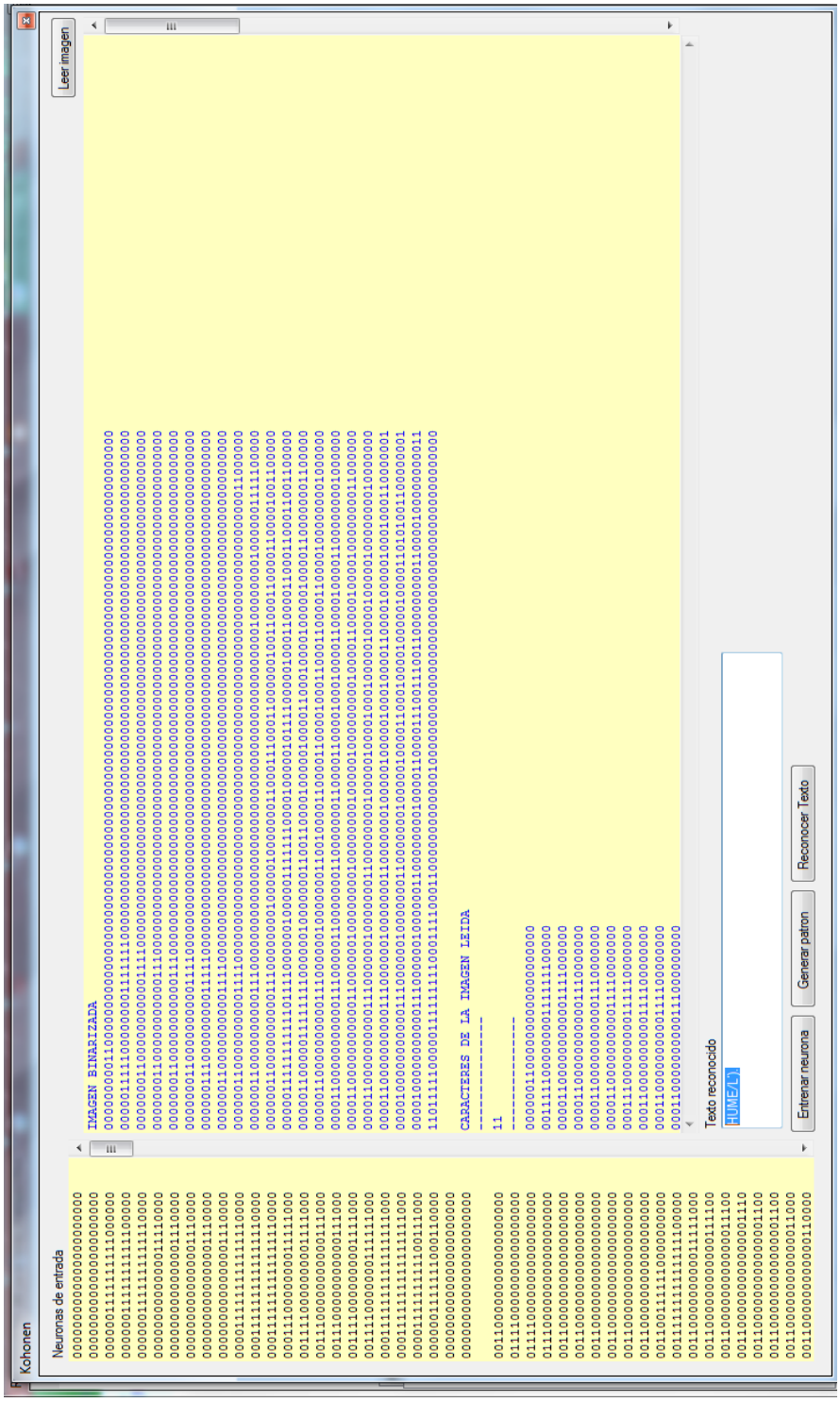
Se observa el reconocimiento con la Red Kohonen

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 04

MUESTRA DE UNA DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

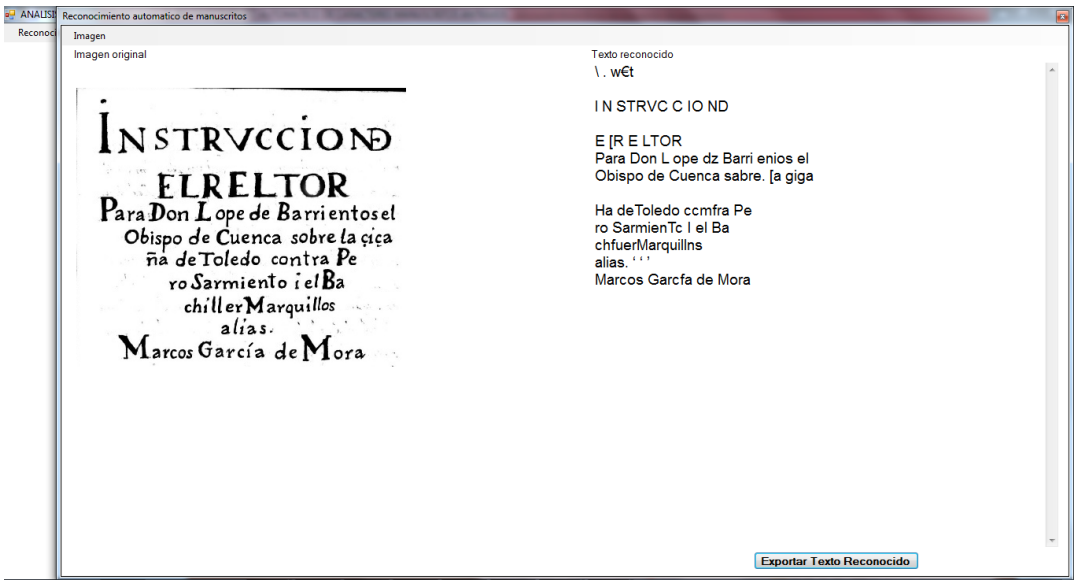


Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe

ANEXO 05

MUESTRA DE RESULTADOS DE UNA DE LAS PRUEBAS REALIZADAS



Precisión de cantidad total de caracteres reconocidos	**Porcentaje Grado de Acierto**
P= Precisión P=CR NC= Numero de Caracteres CR= Caracteres Reconocidos CNR= Caracteres No Reconocidos P=129 NC = CR + CNR NC = 129 + 15	PGA= Porcentaje Grado Aciertos NA= Número de Aciertos NP= Número de Pruebas PGA=NA/NP GA=129/144 GA=89%

Tesis publicada con autorización del autor
Algunos Derechos Reservados. No olvide citar esta tesis

Campus Universitario Km. 5 Carretera a Pimentel - Chiclayo - Perú
Teléf: (+51)(74) 481610 / 481620 - Fax: 203861
www.uss.edu.pe