



CISCE

CONGRESO INTERNACIONAL DE SISTEMAS
COMPUTACIONALES Y ELECTRÓNICOS

Año 1 No. 1 Septiembre 2009

Publicación gratuita

3er CISCE 2009

CONGRESO INTERNACIONAL DE
SISTEMAS COMPUTACIONALES Y
ELECTRÓNICOS

Computación
Electrónica
Comunicaciones
Tecnologías Educativas



“LA TÉCNICA AL SERVICIO DE LA PATRIA”

DIRECTORIO



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

José Enrique Villa Rivera
Director General

Efrén Paradas Arias
Secretario General

Yoloxóchitl Bustamente Díez
Secretaria Académica

Luis Humberto Fabila Castillo
Secretario de Investigación y Posgrado

José Madrid Flores
Secretario de Extensión e Integración Social

Héctor Martínez Castuera
Secretario de Servicios Educativos

Luis Antonio Ríos Cárdenas
Secretario de Gestión Estratégica

Mario Alberto Rodríguez Casas
Secretario de Administración

Luis Eduardo Zedillo Ponce de León
Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas

Jesús Ortiz Gutiérrez
Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras e Instalaciones

Luis Alberto Cortés Ortiz
Abogado General

José Leonardo Ramírez Pomar
Coordinación de Comunicación Social



ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO

Apolinar Francisco Cruz Lázaro
Director

Flavio Arturo Sánchez Garfías
Subdirector Académico

Araceli Loyola Espinosa
Subdirectora de Servicios Educativos e Integración Social

Juan Vera Romero
Subdirector Administrativo

Jesús Yaljá Montiel Pérez
Jefe de Estudios de la Sección de Posgrado

Eduardo Bustos Farías
Jefe del Depto. de Investigación

David Araujo Díaz
Jefe del Depto. de Posgrado

Contenido:

Sistema Inteligente Detector de Matriculas de Automóvil	2
Acumulación de Conocimiento que Proviene de la Web	10
Mactor, Aplicación al Estudio de Actores en UES	15
Sistema de Cómputo Móvil para el Control de la Diabetes Mellitus	20
Sistema Computacional para el Prediagnóstico de Malformaciones del Pie	26
Verificación de Firmas Manuscritas utilizando una Red Neuronal Artificial	36
Apoyo en un Software Educativo para el desarrollo de competencias matemáticas en la Unidad Didáctica de Probabilidad y Estadística en el nivel Superior	43
Pruebas de un Algoritmo de Compresión Fractal basado en Quadtree para Imagen	49
Modelo Genérico para la Adquisición de la Tecnología de Información	57
Closed Form Equations for Low Order Waveled FIR Filters	61

CISCE Congreso Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos; es una publicación anual del Instituto Politécnico Nacional, Av. Luis Enrique Erro S/N, unidad "Profesional Adolfo López Mateos", Del. Gustavo A. Madero, C.P. 07738, México D.F. a través de la Escuela Superior de Cómputo; Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina Miguel Othón de Mendizabal. "Unidad Profesional Adolfo López Mateos". Col. Lindavista C.P. 07738, México, D. F. tel 57296000 ext. 52000. Certificado de reserva de Derechos al uso Exclusivo del título No. 04-2008-101012293000-102, ISSN en trámite. Los artículos son responsabilidad exclusiva del autor y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos que se especifique lo contrario. Se autoriza la reproducción total o parcial, siempre y cuando se cite explícitamente la fuente. La revista publica los mejores trabajos del Congreso Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos a través de su comité editorial, se especializa en el área de los sistemas computacionales y electrónicos; tanto en el desarrollo, como en la investigación en: Computación, Electrónica, Comunicaciones y Tecnologías Educativas.

Distribución

La revista cuenta con 300 ejemplares que se distribuyen en:
Europa, Asia y América Hispana; mediante CD ROM y correo electrónico

Editorial

El acelerado avance científico y tecnológico a nivel mundial, obliga a nuestra institución a dedicarle un lugar prioritario a la investigación, impulsando y apoyando específicamente a los investigadores y sus actividades, como condición indispensable para garantizar nuestra viabilidad como una escuela innovadora, vanguardista y con liderazgo.

En esta edición, encontramos el fruto del esfuerzo tanto de investigadores de esta escuela e instituto, así como investigadores de instituciones externas; buscando consolidar este medio como un punto de encuentro de todos estos investigadores gustosos de compartir su trabajo y por ende difundirlo a toda la comunidad académica.

Septiembre 2009

Sistema Inteligente Detector de Matriculas de Automóvil

José Luis Calderón Osorno, Edmundo Rene Duran Camarillo, Ignacio Ríos de la Torre.
Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional
Av. Juan de Dios Bátiz S/N Miguel Othón de Mendizábal Col. Lindavista
Del. G. A. Madero. México DF. CP 07738
Email: jcalderono@ipn.mx, eduranc@ipn.mx, irios@ipn.mx
Tel: 57 29 6000 ext. 52037

Resumen. El sistema presenta el reconocimiento de los caracteres de la matricula de automóvil del Distrito Federal y del Estado de México. El funcionamiento consiste en adquirir la imagen frontal del vehículo a través de una cámara digital, dicha imagen es procesada mediante técnicas de Tratamiento Digital de Imágenes para extraer cada uno de los caracteres que componen la placa y con esto haciendo uso de Redes Neuronales Artificiales como clasificador, se logra el reconocimiento de los caracteres de una placa de automóvil.

1 Introducción

La constante evolución tanto del hardware como del software ha hecho posible el desarrollo de sistemas de reconocimiento automático de caracteres (OCR) en tiempo real. Actualmente es posible adquirir una imagen y procesarla en muy poco tiempo.

Los analizadores de imagen aceptan muestras de una gran variedad de formas: fotografías, micrografía electrónica e imagen en tiempo real. Esta técnica utiliza los avances recientes en computadores e instrumentos ópticos.

El uso de la técnica de análisis de imagen ha mostrado ser una promisoría aplicación en la interpretación de resultados de modelos y cuantitativamente suministra información útil sobre las características que son objeto de estudio.

Actualmente el interés se va desplazando hacia los procesos de visión en máquinas autónomas, sin que ello signifique el abandono del estudio y perfeccionamiento de los problemas clásicos. De este modo, el procesamiento digital de imágenes ha ido evolucionando desde los problemas de transmisión y tratamiento digital de las imágenes, hacia las técnicas de visión artificial. Se intenta así, automatizar procesos dirigidos por visión, de manera que cada vez tenga menos importancia en ellos la intervención del experto humano. La presente investigación se encamina a dicho tipo de técnicas de visión por computadora, y en la que también se hace uso de las redes neuronales artificiales.

2 Desarrollo

Descripción del funcionamiento. Inicialmente se captura la imagen frontal de un vehículo, dicha imagen es sometida a técnicas de tratamiento

digital de imágenes y redes neuronales artificiales para realizar el reconocimiento de la placa.

Descripción general del sistema El Sistema Reconocedor de Placas de Automóvil consiste básicamente en 5 bloques principales como se muestra en la Fig. 1. El primer módulo tiene como objetivo capturar la imagen del frente del automóvil en las mejores condiciones posibles. El módulo de detección realiza la localización de la placa del automóvil.

En el módulo de segmentación la placa del automóvil localizada es dividida en cada uno de los caracteres que la conforman.

En extracción de características se realiza la formación de un vector lineal para cada uno de los caracteres segmentados en el módulo anterior.

Por último el módulo de reconocimiento se encarga de determinar a que carácter alfanumérico corresponde el vector lineal de entrada procedente del módulo anterior.

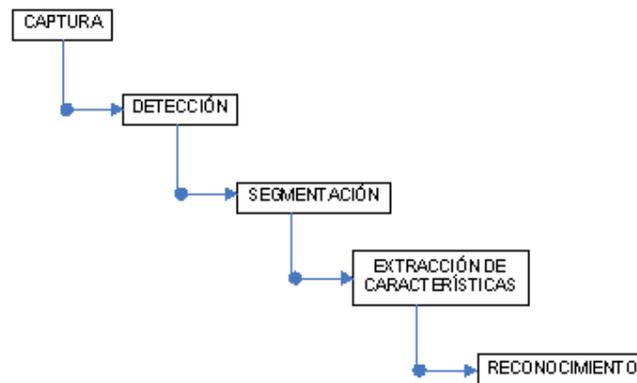


Fig. 1. Diagrama a bloques del Sistema Reconocedor de Placas de Automóvil

Captura. El primer paso para el reconocimiento de placas es la captura de la imagen del frente del automóvil, es decir, la digitalización de la imagen por medio de una cámara digital. En este caso se empleó una cámara de video digital canon ZR40.

Para realizar la comunicación entre la cámara digital y el sistema se utilizó un componente VCL llamado TVideoGrabber, el cual permite una captura en tiempo real y tiene una perfecta integración con el compilador Borland C++ Builder 6.

Las imágenes se capturaron a una resolución de 360x240 píxeles, en pruebas realizadas las imágenes obtenidas no tenían retraso y correspondían con la imagen del panel de la cámara.

Detección. La parte de la imagen en la que se encuentra la placa tiene una propiedad que no se observa en otras partes de la imagen del coche.

Como se observa en la gráfica de la Fig. 2 una línea que se encuentra en la región de la placa cuenta con la característica particular de tener varios picos de magnitud similar que representan los intervalos de números y letras, a diferencia de otras regiones que no cuentan con dicha propiedad.

Así, usando esta propiedad se puede localizar la región en donde se encuentra la placa, de manera que al encontrar una línea con esta característica se verifica que las siguientes líneas próximas a ésta también cumplan.

Segmentación Este módulo tiene como objetivo dividir a la placa localizada en cada uno de los caracteres que la componen. La segmentación se divide en dos etapas la primera de ellas es la Binarización, en donde se pretende separar a los caracteres del resto de la placa del automóvil y la segunda de ellas llamada Obtención de los Caracteres consiste en extraer cada uno de los caracteres [1] [2] [3].

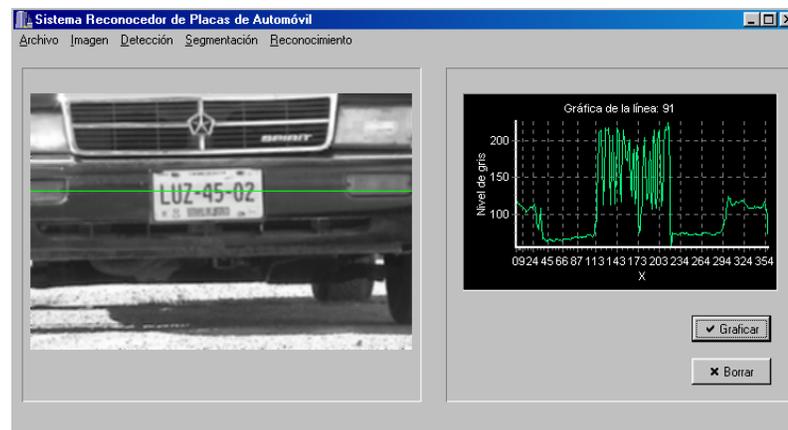


Fig. 2. Gráfica de una línea sobre la placa de un automóvil

Binarización. Para binarizar los caracteres de la placa localizada se utiliza el algoritmo K-means [4] [5]. Se eligió este tipo de segmentación ya que muchas veces por otro tipo de técnicas como umbralización o detección de bordes, mostraban algunas dificultades. El principal problema que se tuvo con estas técnicas fue separar el ángel de fondo (marca de agua) y los caracteres de las placas del Distrito Federal, pues se llegaban a confundir.

Por lo tanto, lo que se busca hacer con el algoritmo K-means es separar en grupos de colores los píxeles de la imagen de la placa. Como se puede observar en la Fig. 3a se pueden identificar tres grupos de colores, el color verde de los números y letras, el color del ángel y el color de fondo.

Así aplicando el algoritmo de K-means la imagen se separa en tres grupos ($K = 3$), tal como se observa en la Fig. 3b. Con lo anterior solo se deja el grupo perteneciente a los caracteres y los otros dos grupos son desechados como se ve en la Fig. 3c.



Fig. 3. Algoritmo K-means: a) Imagen original; b) Imagen después de aplicar el algoritmo de K-means con $K = 3$; c) Imagen binaria; d) Imagen de la placa del Estado de México, después de aplicar el algoritmo de K-means con $K = 3$.

En el caso de las placas del Estado de México en el que solo tienen dos grupos de colores, el color de los caracteres y el color de fondo. También se le aplicó el mismo algoritmo con $K = 3$. Como puede observarse en la Fig. 3d se separa en tres grupos pero no afecta a los caracteres ya que el otro grupo lo obtiene en el borde de las letras, color verde.

Obtención de los Caracteres. Para extraer cada una de los objetos de la imagen binaria se emplea un método que consiste en buscar los límites superior, inferior, derecho e izquierdo de cada objeto y con esto se calcula su área, lo que permite eliminar a los objetos que no cumplan con un área aproximada a la de los caracteres como es el caso del guión.

Extracción de Características Lo que se pretende en este módulo es transformar a cada carácter segmentado a un vector lineal de características, lo cual es necesario porque éste será la entrada a la red neuronal artificial y debe de tener la característica de ser de una dimensión constante.

Debido a que la distancia entre la cámara y el frente del automóvil puede variar; el tamaño de los caracteres no es siempre el mismo por lo que es necesario normalizar el tamaño, ya que en la etapa de reconocimiento el número de entradas debe ser constante.

El tamaño al que se deben de ajustar todos los caracteres se determinó con base a pruebas con lo cual se obtuvo una matriz de 23 píxeles de alto por 11 de ancho, para realizar esto se usó la técnica de escalado que se describe a continuación.

El *escalado* de cada carácter se dividió en dos etapas primero el escalado horizontal, que se refiere a encontrar el nuevo ancho de un carácter y posteriormente un escalado vertical el cual consiste en calcular el nuevo alto de un carácter. Para esto primero se calcula el factor de proporcionalidad, este ayuda a determinar el índice del píxel de la imagen a escalar que le corresponde a un píxel de la nueva imagen. El código que se muestra determina el factor de proporcionalidad para el escalado horizontal.

```
float pio=100/ancho;
float pin=100/nuevo_ancho;
float fph=pin/pio;
```

donde:

ancho: Ancho de la imagen a escalar.

nuevo_ancho: Ancho que se desea en la imagen escalada.

fph: Factor de proporcionalidad horizontal.

Para el factor de proporcionalidad vertical los cálculos son análogos a los anteriores. Así con el factor de proporcionalidad cada píxel en la nueva imagen se va llenando con su correspondiente de la imagen original.

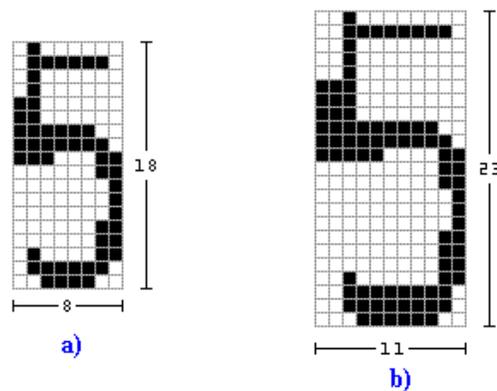


Fig. 4. Escalado de caracteres: a) Carácter original segmentado; b) Carácter escalado

En la Fig. 4a podemos observar que la imagen del carácter segmentado no cumple con el tamaño por lo que es necesario ajustarlo como se muestra en la Fig. 4b donde ya fue escalado. La formación del vector lineal se realiza a partir del carácter escalado recorriendo la imagen de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo tomando en cuenta el siguiente criterio: Si el píxel es blanco introducir un 1 en el vector, de lo contrario asignar un 0. Dando como resultado un vector lineal de 253 elementos (tamaño de carácter de 23x11) con valores de ceros y unos dependiendo del valor del píxel en la imagen binaria.

Reconocimiento El objetivo de este módulo es determinar a que carácter alfanumérico corresponde en vector lineal procedente del módulo anterior.

El reconocimiento de los caracteres es de crucial importancia ya que con base en el carácter reconocido se integrará la cadena de caracteres correspondiente a la placa del automóvil.

La técnica empleada para realizar el reconocimiento de los caracteres fue mediante Redes Neuronales Artificiales [6]. El tipo de estructura de la red neuronal utilizada fue un perceptrón multicapa, entrenado con el algoritmo de retropropagación (backpropagation), [7] [8].

Se hace uso de dos redes neuronales, una para números y otra para letras, ya que en caso de utilizar una sola red para todos los caracteres existirían conflictos entre algunos caracteres como por ejemplo el número

5 y la letra S, entre otros casos. La estructura para la red neuronal de números se ilustra en la Fig. 5a y la de letras se ilustra en la Fig. 5b.

El entrenamiento se llevo a cabo con 30 patrones de un mismo carácter, de esta manera una de las redes tuvo que clasificar 300 tipos de números y la otra 690 tipos de letras. Esto con el fin de que las redes consideraran patrones con características distintas para un mismo carácter.

Para el caso del entrenamiento de la red que clasifica a los números, se tuvo una duración de aproximadamente 15 horas. El entrenamiento finalizó después de 150,000 épocas

Para el entrenamiento de la red que clasifica a las letras, la duración fue de aproximadamente 80 horas. El entrenamiento se llevo a cabo a las 250,000 épocas.

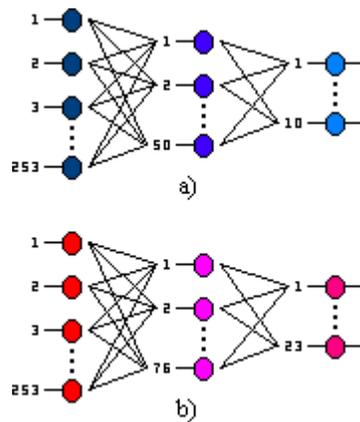


Fig. 5. Estructura de redes neuronales: a) Red neuronal para caracteres numéricos; b) Red neuronal para caracteres alfabéticos.

3 Resultados

El sistema fue probado con 287 imágenes en diferentes ambientes, y aproximadamente 235 (81.88%) fueron reconocidas correctamente, el resto falló por el gran deterioro de las placas o por la iluminación ya que a veces las imágenes salían muy oscuras o daba mucho el reflejo del sol.

La mayoría de fallas del sistema se dan en el módulo de detección, ya que los factores que afectan son difíciles de controlar en una imagen donde el objeto de interés (la placa de auto) abarca aproximadamente el 5.5% del total de la imagen y esto dificultó la aplicación de algunos métodos para el mejoramiento de la imagen. En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos por parte de cada módulo, lo que llevó al sistema a obtener el 81.88% de aciertos.

El dispositivo empleado para la captura de las imágenes cuenta con la característica de ajuste automático a la iluminación, por lo que algunas

imágenes tomadas en ambientes carentes o con exceso de iluminación arrojaban imágenes poco nítidas.

Parte importante para que el método encargado de realizar la detección de la placa arroje un resultado favorable es que la imagen del frente del auto sea clara, por lo que una de las causas de falla es ésta. Otro caso en el que llega a fallar la localización de la placa es cuando la placa del auto está muy deteriorada como cuando esta muy doblada o los caracteres están muy deteriorados.

La segmentación de los caracteres es la etapa de procesamiento de la imagen menos vulnerable, ya que aquí se cuenta con la imagen correspondiente solo a la placa del automóvil y en caso de ser necesario puede ser tratada para adecuarse a los requerimientos establecidos para aplicar el método de segmentación seleccionado.

Tabla 1. Porcentaje de acierto en los módulos del sistema

Módulo	Entrada	Salida	Muestras	Fallas	% Acierto
<i>Captura</i>	Vídeo	Imagen del frente del auto	287	0	100.000
<i>Detección</i>	Imagen del frente del auto	Imagen de la placa del auto	287	26	90.941
<i>Segmentación</i>	Imagen de la placa del auto	Imagen de los caracteres de la placa	261	7	97.319
<i>Extracción de Características</i>	Imagen de los caracteres de la placa	Vector de características de cada carácter	254	0	100.000
<i>Reconocimiento</i>	Vector de características de cada carácter	Carácter Reconocido	1597	34	97.872
<i>Sistema</i>	Vídeo	Cadena de caracteres de la placa del auto	287	52	81.88

4 Conclusiones

Se encontró que las redes neuronales artificiales nos permiten obtener un porcentaje alto de certidumbre en el reconocimiento de caracteres alfanuméricos, tomando como base los resultados mostrados en la sección anterior.

También se encontró que el sistema se puede extender para realizar el reconocimiento de placas de los demás estados de la república, debido a que el formato de dichas placas es similar a las del Estado de México.

Referencias

- [1] González Rafael C., Woods Richard E.: Tratamiento Digital de Imágenes; Editorial Adison-Wesley, España 1992.
- [2] Bandyopadhyay, S., and Maulik, U. 2002. Generic clustering, for automatic evolution of clusters and applications to image classification. *Pattern Recognition* 35:1197–1208.
- [3] Shafer, S. and Kanade, T.: Recursive Region Segmentation by Analysis of Histograms, Proc. IEEE, 1982. International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, pp. 1166-1171.
- [4] Yiu-Ming Cheung, : k-Means: A new generalized k-means clustering algorithm; *Pattern Recognition Letters* 24 (2003) 2883–2893; 0167-8655/\$ - see front matter _2003 Elsevier B.V. All rights reserved.
- [5] Sanjiv K. Bhatia: Adaptive K-Means Clustering, Copyright 2004, American Association for Artificial Intelligence (www.aaai.org). All rights reserved.
- [6] Chin-Teng Lin and C. S. George Lee. "Neural Fuzzy Systems" Prentice Hall, EU, 1996. 1ª Ed., 783 pp.
- [7] Hagan, Demuth, Beale,"Neural Network Design", PWS Publishing, 1996
- [8] Swingler, Kevin, "Applying Neural Networks : A practical guide", Edit. Morgan Kaufman, 1996, USA, 303 pp.

Acumulación de Conocimiento que Proviene de la Web

Alma Delia Cuevas Rasgado¹, Adolfo Guzmán Arenas²

Instituto Politécnico Nacional

¹ Escuela Superior en Cómputo Av. Juan de Dios Batiz casi esq. Miguel Othon de Mendizabal Unidad Profesional Adolfo Lopez Mateos, Edificio ESCOM. Col. Nueva Industrial Vallejo, Delegación Gustavo A. Madero, C. P. 07738, Mexico D. F. almadeliacuevas@gmail.com

² Centro de Investigación en Computación, misma dirección. a.guzman@acm.org

Resumen. Cuando una persona agrega nuevos conocimientos a los que ya posee, toma en cuenta información novedosa, detalles adicionales, mayor precisión, sinónimos, homónimos, redundancias, contradicciones aparentes e inconsistencias entre lo que ya sabe y el nuevo conocimiento que absorbe. Así adquiere incrementalmente información manteniendo siempre un conocimiento consistente. Queremos hacer lo mismo con computadoras. Las ontologías de la computadora son equivalentes a esa región cerebral de una persona que concentra y administra la información. Exponemos un algoritmo para fusionar dos ontologías (fusionar el “conocimiento” de dos máquinas). Anteriormente ya había algoritmos de este tipo pero carecían de características importantes, siendo meramente editores de ontologías que requerían de una persona para resolver los detalles. El algoritmo que se presenta se llama OM (Ontology Merging), y une o fusiona ontologías (provenientes de documentos en la Web) en forma automática (sin intervención humana), considerando las inconsistencias, contradicciones y redundancias entre ambas ontologías, de forma que el resultado sea lo más cercano a la realidad. OM obtiene buenos resultados, al compararlos contra uniones efectuadas manualmente. El uso repetido de OM permite adquirir gran información sobre un mismo tema.

1 Introducción

Una persona acumula información a lo largo de su vida al ir añadiendo conocimiento (conceptos, relaciones, valores típicos.) nuevo al que ya posee en su mente (en su “ontología” o estructura del conocimiento), identificando redundancias, información nueva, pequeñas contradicciones, contradicciones severas, sinónimos y antónimos, entre otros casos. Hasta ahora, la computadora podía hacer el mismo proceso (unir conocimientos provenientes de dos fuentes u ontologías distintas) usando un editor que le facilita la tarea a una persona, quien finalmente decide. *El problema a resolver es cómo automatizar esa unión.*

Se presenta un algoritmo (OM, Ontology Merging) y su implementación, para fusionar dos ontologías en forma automática, obteniendo una tercera, considerando las inconsistencias, sinonimias, grado de precisión, contradicciones y redundancias entre ambas, de tal manera que el resultado sea lo más cercano a la realidad. La ontología resultante puede convertirse en una ontología del conocimiento actual si se fusionan varias ontologías de propósito general y específica.

Los **trabajos actuales** se muestran en la sección 1.2; un **ejemplo** está en la sección 4. Más ejemplos en [2]

De esta manera los usuarios de OM* podrán obtener respuestas concretas de OM* y no solo pedirle (como se le pide a Wikipedia o a Google) que proporcione documentos sobre ciertos temas y el usuario haga la extracción o deducción.

La propuesta se parece al Proyecto CYC [11], que buscó, durante una década, fabricar (manualmente) una ontología del conocimiento común.

1.2 Trabajos relacionados

A diferencia de la creación manual de ontologías, como en: [11], el equipo de trabajo de este artículo está atacando el problema por otro camino: la creación de la ontología del conocimiento de manera

automática, obteniendo pedacitos de conocimiento (ontologías chicas) y uniéndolos con cuidado (filtrando las inconsistencias, uniendo sinónimos...).

Los métodos actuales de fusión de ontologías, como. PROMPT expuesto en [4], o Chimaera [10], requieren que el usuario resuelva los problemas presentados durante la fusión. Otros como IF Map[8], FCA-Merge [10] usan el Análisis Formal de Conceptos para la representación de sus ontologías, forzando a éstas ser consistentes (pero la mayoría de las ontologías en la Web suelen presentar inconsistencias). Destaca el algoritmo de fusión HCONE-merge [9], pues utiliza la base de datos semántica WordNet [4] como información intermediaria para la fusión, requiriendo menos del apoyo del usuario, lo cual significa un importante avance hacia la unión automática de ontologías.

Nuestro propósito es usar OM para que la misma máquina vaya juntando ontologías pequeñas que encuentre, para ir formando (lo más coherentes entre sí) otras más grandes, acumulando así inmenso conocimiento. ¡Interesante y no menos desafiante!.

2 Concepto de Fusión de Ontologías

Una ontología es una tupla $O = (\mathcal{C}, R)$ donde:

\mathcal{C} es un conjunto de nodos (que denotan conceptos) de los cuales algunos de ellos son relaciones. Donde: R es un conjunto de restricciones, de la forma $(r; c_1; c_2; \dots; c_k)$ entre la relación r y los conceptos c_1 hasta c_k (se usa c minúscula para referirse a cada concepto del conjunto \mathcal{C} y punto y coma para separar los argumentos). Las relaciones no están limitadas a dos argumentos. Nótese que una ontología es un hipergrafo con nodos del conjunto \mathcal{C} e hiper-relaciones R .

Considerando dos ontologías A y B , se trata de unir las en una tercera ontología C (formando una nueva ontología), de manera general se muestra como:

$$C = A \cup \{c_C \mid c_C = \text{ext}(r_A, r_B) \quad \forall c_A \in A, c_B \in B, c_C \in C, r_A, r_B \in R\}$$

La ontología resultante C es la ontología original A añadida de ciertos conceptos y relaciones de B que la función *ext* extrae.

Donde:

c_A es un concepto de la ontología A , r_A son las relaciones de c_A que existen en A , r_B son las relaciones de c_B que existen en B y c_B es el concepto más similar *cms* en B a c_A ;

$\cup \square$ indica una unión de ontologías. Es una unión “cuidadosa” y no la unión de conjuntos.

ext(r_A, r_B) es el algoritmo que complementa las relaciones r_A que ya están en C con aquellas de c_B (que están en B) que no contradicen el conocimiento de A .

Al aplicar *ext* a cada concepto c_A de A , el algoritmo OM extrae de B el conocimiento “adicional” que no estaba presente en A y lo agrega al resultado C . Esta extracción debe hacerse con cuidado, para no introducir inconsistencias, contradicciones o información redundante en C . El algoritmo *ext* es extenso, una parte se explica en la sección 4.

3 Elementos que integran a OM

OM se apoya de algunas bases de conocimiento y recursos que le ayudan a detectar contradicciones, encontrar sinónimos, etc. Estas son:

- 1 artículos y conectores tales como (en, el, para, este, y, o, etc.) que son ignorados en el nombre de las relaciones.
- 2 palabras que cambian o niegan la presencia de conceptos en los nombres de las relaciones, tales como: excepto, sin. Por ejemplo: Amapola sin Peciolo. Significa que el concepto Peciolo no forma parte del concepto Amapola.
- 3 Una jerarquía de conceptos. Esta jerarquía es como un árbol de conceptos donde cada nodo es un concepto en otros casos es un conjunto de conceptos de un mismo tipo y en otros es una partición

de conceptos (los conceptos que forman la partición son mutuamente exclusivos y juntos forman la partición). La jerarquía representa una taxonomía de términos relacionados entre sí y se usan para medir la confusión [6] y después pueden ser usados para la detección de sinónimos.

4 Método OM para Fusionar Ontologías

De manera general se presenta el algoritmo de fusión OM. Sus entradas son A y B:

1. Copia la ontología A hacia C.
2. Partiendo del concepto raíz $c_{Raíz}$ en C.
3. Busca en B su concepto más similar c_B (usando COM expuesto en [1]), el concepto más similar también es conocido como *cms*.
4. Si hay un *cms* en B se adicionan nuevas relaciones, nuevos conceptos, se verifican sinónimos, detectan y resuelven algunas inconsistencias (usando la teoría de la confusión [7]), se verifica e impide la copia de las relaciones redundantes.
5. Si no hay un *cms* accede al siguiente nodo c_C (hijo de la raíz) y regresa a 3

Si en el paso 4 no se resuelven las inconsistencias se conserva la relación inconsistente en C (la ontología resultante). Más detalles sobre este algoritmo se explican en [2].

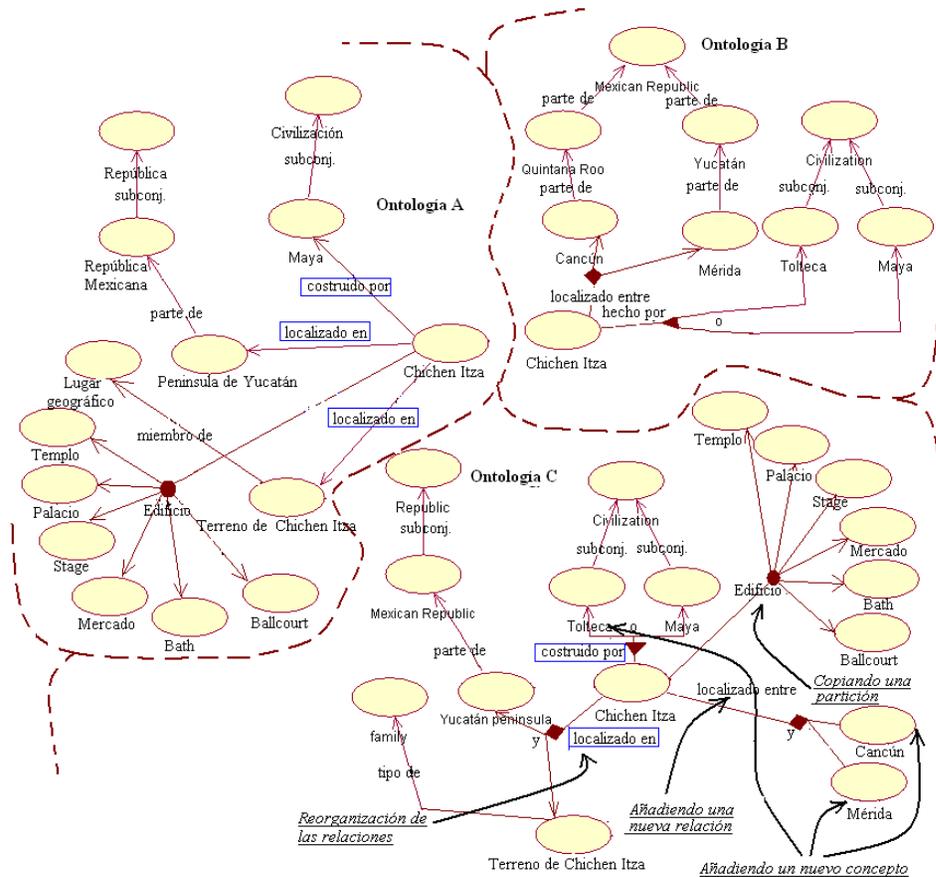
OM se sustenta en dos trabajos importantes:

- El comparador COM [7], que toma un concepto c_A en una ontología A y halla el concepto más similar c_B en una ontología B.

- La teoría de la confusión [6], que obtiene el grado de confusión de usar un concepto r en lugar de otro concepto s y la confusión de usar s en lugar de r .

Figura 1. Muestra dos ontologías diferentes A y B que describe Chichen Itza y su fusión en C (solo se presenta las partes importantes). Las líneas discontinuas son las fronteras entre cada una de las partes de las tres ontologías. Las frases subrayadas son las indicaciones del proceso de fusión por ejemplo. De la frase: Añadiendo un nuevo concepto en la ontología C salen tres flechas que apuntan a los conceptos: Tolteca, Mérida y Cancún, significa que estos tres conceptos se han añadido a la ontología C resultante.

En la figura 1 se presenta el proceso de fusión en la que aparecen los siguientes casos. Existen más ejemplos en [2]:



1. Copia de particiones nuevas. Edificio es una partición en la ontología A (representado con un círculo pequeño) de Chichen Itza, lo cual es añadido a la ontología C.
2. Copiando nuevos conceptos. Los conceptos: *Tolteca*, *Mérida* y *Cancún* no estaban en A, aparecen en B. por lo tanto, son copiados por OM a C.
3. Reorganización de relaciones. La relación *localizado en* aparece dos veces en A pero con diferentes valores, por lo tanto se fusiona en C en una sola relación.

5. Conclusiones

Con la llegada de OM, es posible ahora fusionar dos ontologías de manera automática, sin intervención humana. Las pruebas efectuadas muestran calidad en los resultados obtenidos por OM. OM detecta inconsistencias y resuelve algunas, detecta sinónimos, homónimos, información redundante y con diferente grado de detalle o precisión.

Hacen falta un convertidor de documentos en lenguaje natural a ontologías, y un razonador que responda (usando la ontología resultado de OM) preguntas complejas.

Referencias

- [1] Cuevas, A., and Guzmán, A. “Improving the Search for the Most Similar Concept in other Ontology”. In proc. XVIII Congreso Nacional y IV Congreso Internacional de Informática y Computación. Torreón Coah. México. Octubre 2005.
- [2] Cuevas, A. Merging of ontologies using semantic properties. Ph. D. thesis. CIC-IPN. 2006. In Spanish.
<http://148.204.20.100:8080/bibliodigital/ShowObject.jsp?idobject=34274&idrepositorio=2&type=recipiente>
- [3] Alma-Delia Cuevas, Adolfo Guzman. (2008) A language and algorithm for automatic merging of ontologies. Chapter of the book *Handbook of Ontologies for Business Interaction*, Peter Rittgen, ed. IGI Global (formerly Idea Group Inc.), USA. 381-404
- [4] Fellbaum, C. “WordNet An Electronic Lexical Database”. Library of Congress Cataloging in Publication Data. 1999.
- [5] Fridman, N., and Musen, M. “PROMPT: Algorithm and Tool for Automated Ontology Merging and Alignment”. In Proc. Seventeenth National Conference on Artificial Intelligence. pp 450-455, Austin, TX, USA, 2000.
- [6] Guzmán, A., and Levachkine, S. “Hierarchies Measuring Qualitative Variables”. Lecture Notes in Computer Science LNCS 2945 [Computational Linguistics and Intelligent Text Processing], Springer-Verlag. 262-274. ISSN 0372-9743. 2004.
- [7] Guzmán, A., and Olivares, J. “Finding the Most Similar Concepts in two Different Ontologies”. Lecture Notes in Artificial Intelligence LNAI 2972, Springer-Verlag. 129-138. ISSN 0302-9743. 2004.
- [8] Kalfoglou, Y., and Schorlemmer, M. “Information-Flow-based Ontology Mapping”. Proceedings of the 1st International Conference on Ontologies, Databases and Application of Semantics (ODBASE’02), Irvine, CA, USA. 2002.
- [9] Kotis, K., and Vouros, G., Stergiou, K. “Towards Automatic of Domain Ontologies: The HCONE-merge approach”. Elsevier’s Journal of Web Semantic (JWS), vol. 4:1, pp 60-79. Available on line ant (ScienceDirect): <http://authors.elsevier.com/sd/article/S1570826805000259> 2006.
- [10] McGuinness, D., Fikes, R., Rice, J., and Wilder, S. “The Chimaera Ontology Environment Knowledge”. In Proceedings of the Eighth International Conference on Conceptual Structures Logical, Linguistic, and Computational Issues (ICCS 2000). Darmstadt, Germany. 2000.
- [11] Reed, S. L., and Lenat, D. “Mapping Ontologies into Cyc”. In proceeding of AAI Workshop on Ontologies and the Semantic Web, Edmonton, Canada. 2002.
- [12] Stumme, G., Maedche, A. “Ontology Merging for Federated ontologies on the semantic web”. In: E. Franconi, K. Barker, D. Calvanese (Eds.): Proc. Intl. Workshop on Foundations of Models for Information Integration (FMII’01), Viterbo, Italy, 2001. INAI, Springer 2002 (in press).

Mactor, Aplicación al Estudio de Actores en UES

Víctor Daniel Escalante Huitron
Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Zacatenco, ESIA, SEPI
vdehuitron@yahoo.es
Javier E. Ortiz Cárdenas
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco
Ocje2233@correo.xoc.uam.mx

Resumen. Normalmente el centro del análisis de los proyectos son los aspectos técnicos, de mercado, financieros, económicos, entre otros, pero un elemento fundamental es el de los actores, que son los que proponen, asumen, aceptan o rechazan una herramienta para entender estas relaciones; así, se encuentra el software de planeación como es el de MACTOR, el cual permite identificar alianzas y conflictos entre ellos, a fin de ayudar a la toma de decisión para poner en marcha políticas de alianzas, reducir conflictos y apoyar la realineación de estrategias.

Introducción

El software Mactor fue desarrollado por French Computer Innovation Institute 3IE (Institut d'Innovation Informatique pour l'Entreprise) bajo la supervisión de sus creadores conceptuales, Prospective (foresight) Strategic and Organisational Research Laboratory (LIPSOR).

El método Mactor se utiliza para analizar el juego de alianzas y los conflictos, en el que podemos identificar tres aspectos: posición, fuerzas, convergencias y divergencias entre los diversos actores que integran una organización, un área en estudio o cualquier evento en donde se tengan localizadas las posiciones de los actores, así como sus objetivos. En este caso, la descripción de este software la realizamos a partir de estudiar a los actores de las Unidades de Educación Superior (UES) del Instituto Politécnico Nacional.

Aplicación a través de MACTOR

El primer paso es reconocer y registrar a los actores (tabla 1) que participan en las UES, esto se realiza en las pantallas de captura, en la cual también, a cada actor se le reconocen sus objetivos, fortalezas y debilidades.

Pantalla de MACTOR

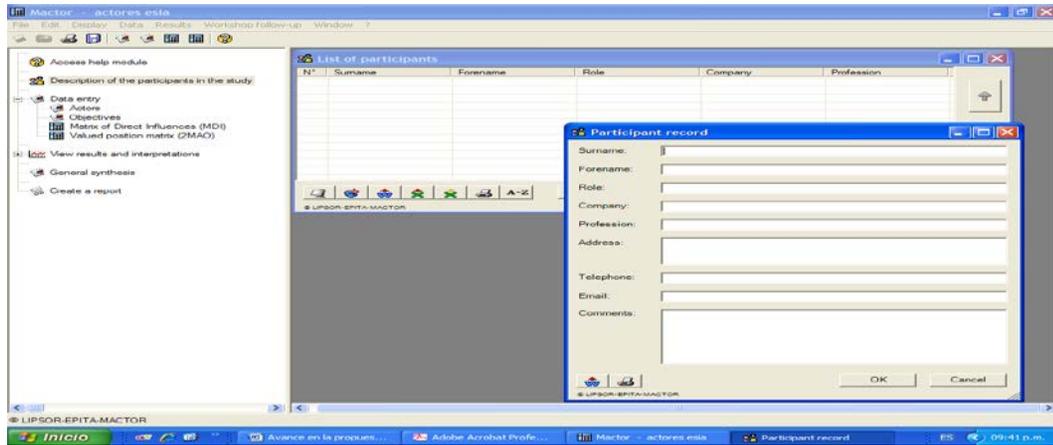


Tabla I. Lista de actores por área o actividad

N°	ETIQUETA LARGA	ETIQUETA CORTA	DESCRIPCIÓN
1	director	dir	Director de la UES
2	subdirector académico	subaca	Subdirector académico
3	subdirector administrativo	subadm	Subdirector administrativo
4	subdirector apoyo	subapo	Subdirector de extensión y apoyo académico
5	coordinador de gestión	coord	Coordinación de enlace y gestión
6	presidente de academia	presi	Presidente de academia
7	docente	doc	Docente
8	alumno	alum	Alumno

En esta aplicación se reconoció para los directivos los siguientes objetivos en torno al estudio para planear e implantar el modelo educativo (MIE) en la UES: elevar la calidad educativa de la UES; realizar la gestión para incorporar el MIE; conducir a su equipo de trabajo en la planeación de proyectos MIE; conducir a su equipo de trabajo en la implantación de proyectos MIE; orientar la planeación de proyectos relacionados con el MIE. En cuanto a sus fortalezas, se distinguieron: destacada trayectoria académica, experiencia en cargos administrativos. En debilidades: deficiente conocimiento de planeación estratégica. Así se realizó esta identificación para cada uno de los actores reconocidos que no detallamos por su extensión.

El segundo aspecto a tratar corresponde a la identificación de retos estratégicos y los objetivos (tabla 2), en función de sus finalidades, proyectos y medios de acción a ellos asociados.

Tabla 2. Lista de objetivos

N°	ETIQUETA LARGA	ETIQUETA CORTA	INTERÉS	DESCRIPCIÓN
1	Planear la implantación del MIE	plan_MIE	visión largo plazo	Orientar el trabajo de implantación de proyectos relacionados con el MIE
2	Implantar proyectos relacionados al MIE en la UES	ImpMIE	Mejorar la educación	Introducir un nuevo modelo educativo en el IPN
3	Dominar el MIE por docentes	MIE_docen	modificar conductas	Conocimiento y práctica del docente basa en el MIE
4	Crear condiciones para implantar el MIE	Cond_MIE	nueva infraestructura	Apoyar la implantación del MIE

Con esta información se construye la matriz de influencias, en la que se asigna una calificación de acuerdo a la escala de 0 a 4, en la cual se reconoce la importancia de la afectación posible del actor de la siguiente manera: 4: actor Ai puede afectar la existencia del actor Aj; 3: actor Ai puede afectar las misiones del actor Aj; 2: actor Ai puede afectar los proyectos del actor Aj; 1: actor Ai puede afectar los planes de la acción del actor Aj; y 0: actor sobre el que Ai no tiene ninguna influencia Aj.

Con los actores definidos y con los objetivos reconocidos para las UES vinculados a la planeación e implantación del MIE, se genera la matriz de afectación de objetivos, la cual se califica de acuerdo a cinco niveles del grado de prioridad del objetivo para el actor en función de la siguiente escala: 4: el objetivo afecta la existencia del actor / es esencial para su existencia; 3: el objetivo afecta el logro de la misión del actor / es esencial para sus misiones; 2: el objetivo afecta el éxito de los proyectos del actor / es esencial para el éxito de sus proyectos; 1: objetivo afecta los procedimientos operativos del actor/ es esencial para sus procedimientos operativos; y 0: el objetivo tiene una relación difusa¹.

Con la información registrada y con los valores asignados seleccionamos solamente dos reportes de la gran cantidad que genera MACTOR.

El gráfico de las convergencias entre actores (gráfica 1) traza un mapa de los actores con respecto a sus convergencias. Es decir mientras más cercanos los actores están entre sí, más intensa es su convergencia. El eje de las *x* representa la dependencia y eje de las *y* la influencia que los actores tienen entre sí.

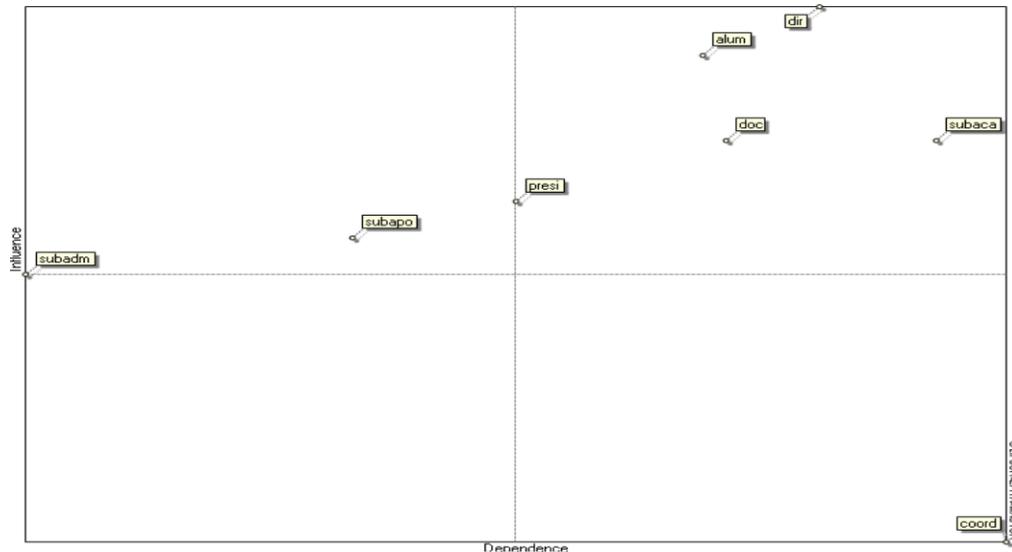
No presentamos el análisis de todos los actores, pero el siguiente nos da una clara idea de su aplicación. En el mapa 1 podemos ver que la Subdirección administrativa es influyente y no dependiente, es la que

¹ El valor asignado se realiza por un equipo de trabajo (expertos) que conocen la situación de la que se trata.

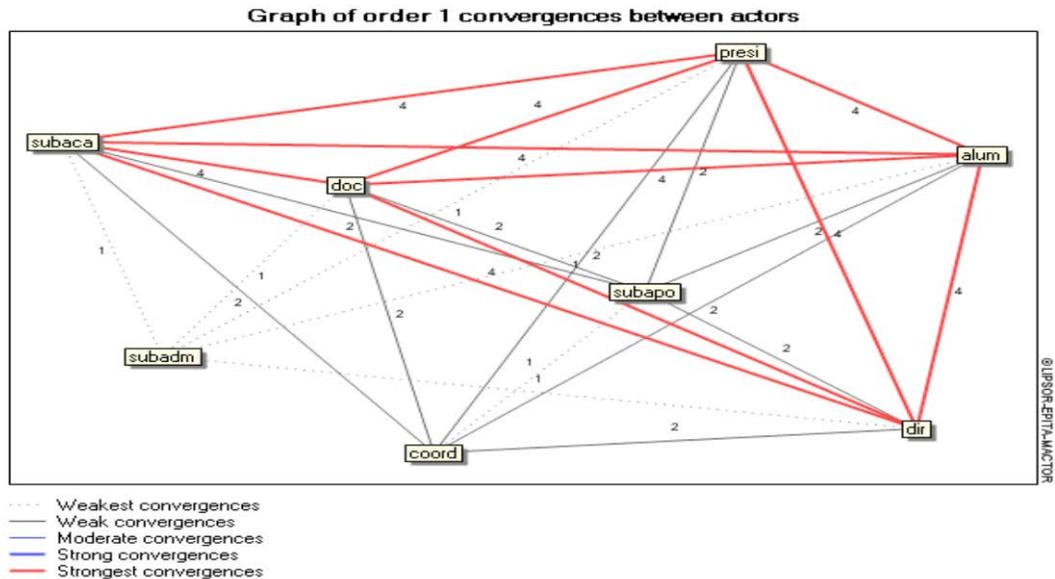
maneja los recursos financieros, humanos y materiales, el más alto grado de influencia y dependencia lo tiene la Dirección, derivado de la atribución que tiene en toda la organización de la UES, pero a la vez depende del trabajo de sus colaboradores. La Coordinación de enlace y gestión es, por otro lado, más dependiente y carece de influencia, es un área que coordina trabajo y que recibe el trabajo de todas las áreas relacionado con su gestión, de ahí que es dependiente, pero no influyente.

El mapa 2 representa la extensión o la intensidad de la convergencia de actores con respecto de los objetivos. Los nodos en el gráfico representan a los actores definidos y los enlaces las relaciones expresadas en la matriz y los valores representan el nivel de convergencia: el valor más alto indica las convergencias más fuertes (strongest convergences), y así sucesivamente.

Mapa 1. Mapa de influencias y dependencias entre los actores
Map of influences and dependences between actors



Mapa 2. Escala de convergencias de objetivos entre actores (al 100%)



Conclusiones

La aplicación presentada nos permite tener una breve aproximación a las circunstancias que prevalecen en las relaciones entre los actores, con este conocimiento, a partir del procesamiento de datos en MACTOR se logran identificar condiciones que permiten ayudar a la toma de decisiones para poner en marcha políticas de alianzas, reducir conflictos y apoyar la realineación de estrategias. El campo de atención que abarca MACTOR es muy amplio y las posibilidades de análisis muy bastas.

Referencias

- [1] Prospective (foresight) Strategic and Organisational Research Laboratory. En <http://www.cnam.fr/lipsor>
- [2] Michel Godet (1997) : Manuel de Prospective Stratégique. Tome 2: L'art et la Méthode, Dunod, Paris.
- [3] Michel Godet (1990) : La méthode MACTORâ , Stratégique, revue de la Fondation pour Etudes de la Défense Nationale, Numéro de juin.
- [4] M. Crozier/E. Friedberg (1977) : L'acteur et le système, Point Seuil.

Sistema de Cómputo Móvil para el Control de la Diabetes Mellitus.

Juan J. Torres Manríquez., Ignacio Ríos de la Torre, José Luis. Calderón Osorno.

Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politecnico Nacional
Av. Juan de Dios Bátiz S/N Miguel Othón de Mendizábal Col. Lindavista Del. G. A.
Madero. México DF. CP 07738

jtortesm@ipn.mx, irios@ipn.mx, jcalderono@ipn.mx

Resumen. En este trabajo diseñamos un sistema computacional para el pre-diagnóstico y control de la Diabetes Mellitus, por medio de la inteligencia artificial a través de un dispositivo móvil (PDA). Este sistema registra datos patológicos, clínicos y antecedentes familiares para generar como salida un pre-diagnóstico, para que el usuario esté informado si tiene la enfermedad, si no la tiene, si es propenso o está en riesgo de tenerla en un futuro. El sistema genera esta información por medio de tablas, gráficas y estadísticas para un correcto tratamiento y control de tal enfermedad con los avances tecnológicos actuales y además proporciona información acerca de dietas y recomendaciones.

Introducción.

Hoy en día la diabetes mellitus es una enfermedad de interés nacional ya que está afectando cada vez más a la población mexicana y es ya una de las principales causas de muerte en nuestro país, es por ello la importancia de tener conocimiento de esta enfermedad y más aun saber del tratamiento adecuado para tener controlada esta enfermedad. La población más afectada es la adulta mayor a los veinte años de edad.

La diabetes es una enfermedad ocasionada por la incapacidad del cuerpo de generar insulina o el cuerpo la utiliza incorrectamente, también ya se tiene clasificada la diabetes en tipos. En México el promedio de vida de un diabético mal controlado es de 57 años, es decir casi 20 años del promedio de la población general y también se estima que cada 2 horas muere una persona por complicaciones de la diabetes, pero es importante señalar que esta enfermedad es controlable al 100% y por ello es necesario conocer cuáles son los factores de riesgo que desarrolla la diabetes para llevar un tratamiento adecuado y tener un nivel de vida normal. La población que presenta esta tipo de enfermedad cambia drásticamente su nivel de vida y la de las personas que la rodean, ya que tiene que estar al pendiente de los cuidados necesarios para llevar un control de la enfermedad y tener un mejor nivel de vida.

Objetivo General.

*Diseñar e implementar un sistema de información el cual sirva para el pre diagnóstico y control de la diabetes Mellitus, por medio de la inteligencia artificial y dispositivo móvil (PDA).

Objetivos Específicos.

*Diseñar un sistema experto que por medio de la introducción de datos patológicos, clínicos y antecedentes familiares genere como resultado un pre-diagnostico, es decir que el usuario conozca si tiene la enfermedad si no la tiene, si es propenso o está en riesgo de tenerla en un futuro

*Diseñar un sistema de control que a partir de los datos clínicos introducidos por el paciente en este caso las medidas de las glucemias que arroja el glucómetro genere tablas, graficas y estadísticas para un mejor tratamiento y control de la enfermedad.

*Diseñar un sistema que tenga informado al paciente acerca de la Diabetes Mellitus, con los avances científicos y tecnológicos para el control de la misma, información acerca de dietas, recomendaciones, artículos, etc.

Métodos y Materiales.

Este sistema de información está montado en un dispositivo móvil para que el usuario en este caso el paciente siempre tenga acceso a éste. El sistema contiene información actualizada acerca de la diabetes mellitus, así como cuales son los síntomas, consecuencias y como afecta al cuerpo en general. Este sistema es un sistema experto que genera un pre- diagnostico utilizando los datos que el paciente introduzca. Además el sistema lleva un control de los niveles de azúcar que el usuario registra y muestra esos datos en gráficas cuando estos sean requeridos por el paciente, también el sistema genera y muestra un tratamiento de acuerdo a los datos que le sean solicitados al paciente, el tratamiento contiene una serie de consejos, así como también una dieta de alimentos que podría consumir. Un punto importante es que el sistema contiene un tipo de agenda que muestra que medicamentos toca a cada hora y la cantidad y si el usuario lo desea este lo alertará en forma de alarma para que no se pase la hora que tiene programada para el suministro. Como la cantidad de información a procesar en un periodo largo de tiempo es basta, el sistema se sincroniza con un servidor para el almacenamiento de los datos y así se tenga la información disponible cuando esta sea requerida. Una opción que tiene el usuario del dispositivo móvil, es que si así lo desea, la información acerca de sus niveles de azúcar, así como información relacionada con su tratamiento la pueda mandar a un correo electrónico que será el de su médico de cabecera o su médico que la da seguimiento a su enfermedad, ya que con esto solucionamos el problema de que el paciente no puede asistir a citas por cuestiones de tiempo y como los datos que se mandaran son de las mediciones diarias de azúcar que se hace el paciente (pensamos en 3 veces al día), es completa y muestra de mejor forma el comportamiento de la enfermedad y como el cuerpo está respondiendo a los medicamentos asignados.

Implementación.

En la Figura.1. se muestra de forma general como funciona el sistema. El proceso comienza cuando el paciente, proporciona sus datos generales, patológicos, clínicos y antecedentes. Al utilizarlo por primera vez, el sistema proporciona un pre-diagnóstico y de acuerdo a este le sugiere un tratamiento, dietas y recomendaciones. Después el usuario solo ingresará sus niveles de glucosa y el sistema le proporcionará un control y administración de dichas medidas. Si el paciente llegará a presentar niveles de glucosa críticos estos serán enviados al médico de cabecera o a un familiar a través de un medio electrónico.

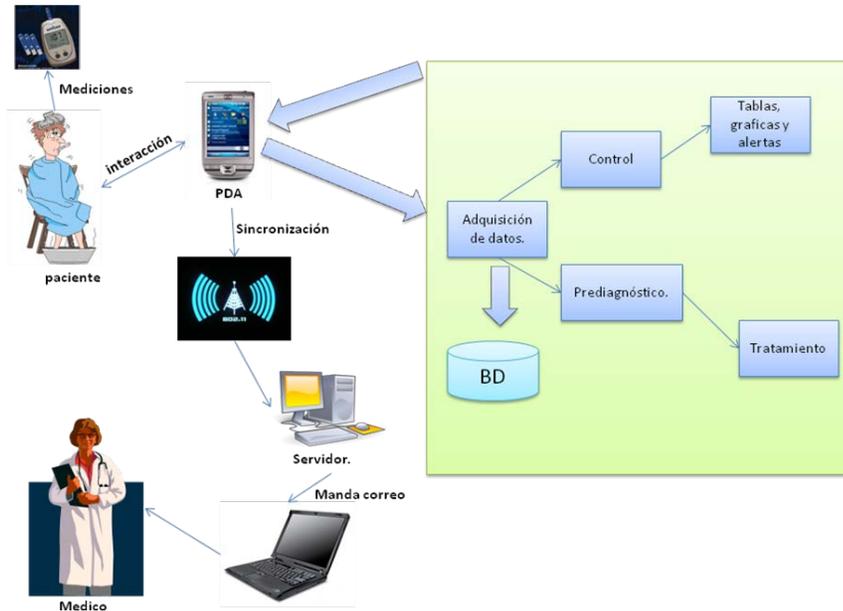


Figura 1. Esquema general del Sistema.

Módulos principales.

En los módulos que se muestran en la Figura 2, mostramos cuales son las principales funciones y que se encarga cada módulo, cabe mencionar que los módulos en donde se hace uso de lógica difusa es en pre-diagnóstico, control y la generación de tratamientos, dietas y recomendaciones, ya que tenemos los resultados que nos haya arrojado el sistema experto pasamos a esos datos a otros módulos que se encargan de volver a procesar esos datos y a guardarlos.

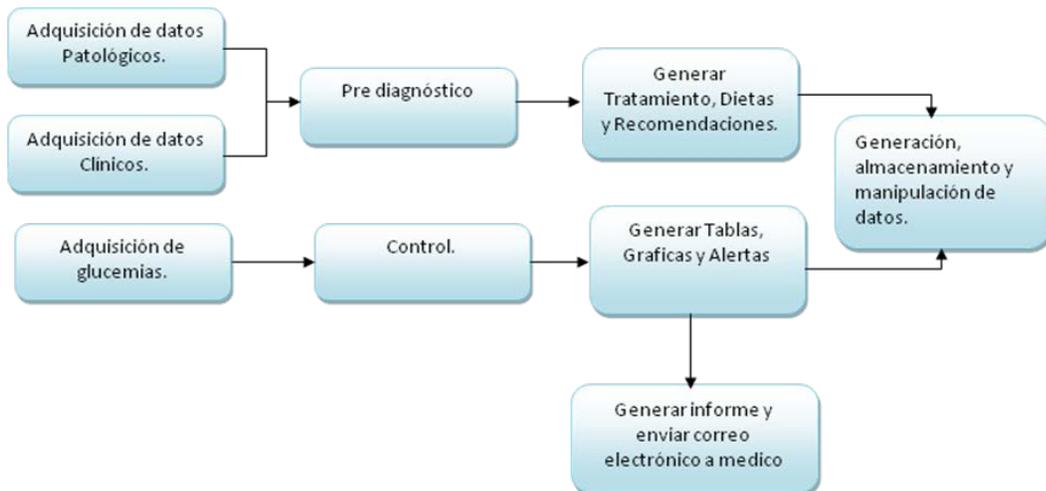


Fig. 2 Esquema general de los módulos del sistema.

Bases de la Lógica Difusa

En teoría clásica de conjuntos, un conjunto tiene unos límites nítidos (*crisp*). Pero, ¿cómo expresar las vaguedades inherentes a los conceptos manejados por el ser humano? Lofti Zadeh, 1965 (considerado el Padre de la Lógica Difusa), consideró lo siguiente: La transición desde “*pertenecer a un conjunto*” hasta “*no pertenecer a un conjunto*” es gradual. [1].

Los sistemas difusos están basados en la teoría de los conjuntos difusos, las reglas difusas y los sistemas de razonamiento difusos.

En la estructura básica de los sistemas difusos se encuentran los siguientes componentes:

Base de reglas

Mecanismo de razonamiento

Universos de Entrada/Salida (E/S)

Existen tres tipos de sistemas difusos, dependiendo de la forma de las entradas y las salidas, entre estas se encuentran las siguientes:

Sistema Difuso tipo Mamdani

Sistema Difuso tipo Sugeno

Sistema Difuso tipo Tsukamoto

Fusificación.

La Fusificación es un proceso para la conversión de datos obtenidos del mundo real a un valor lingüístico lógico para lo cual se utilizan las funciones de membresía de las variables lingüísticas para calcular el grado de pertenencia para cada término en un conjunto. Este es el primer paso en difuso y debe de ser realizado para cada variable de entrada, el resultado es utilizado como entrada al mecanismo de inferencia

Para realizar la fusificación se debe de contar con las Funciones de Membresía (FM's) de las variables de entrada, estas representan gráficamente, el grado para el cual el valor real de una de ellas se traduce a un valor que pertenecen a una variable lingüística.

Las funciones de membresía más comúnmente utilizadas en el diseño de controles difusos son: la FM triangular, trapezoidal, campana y gaussiana.

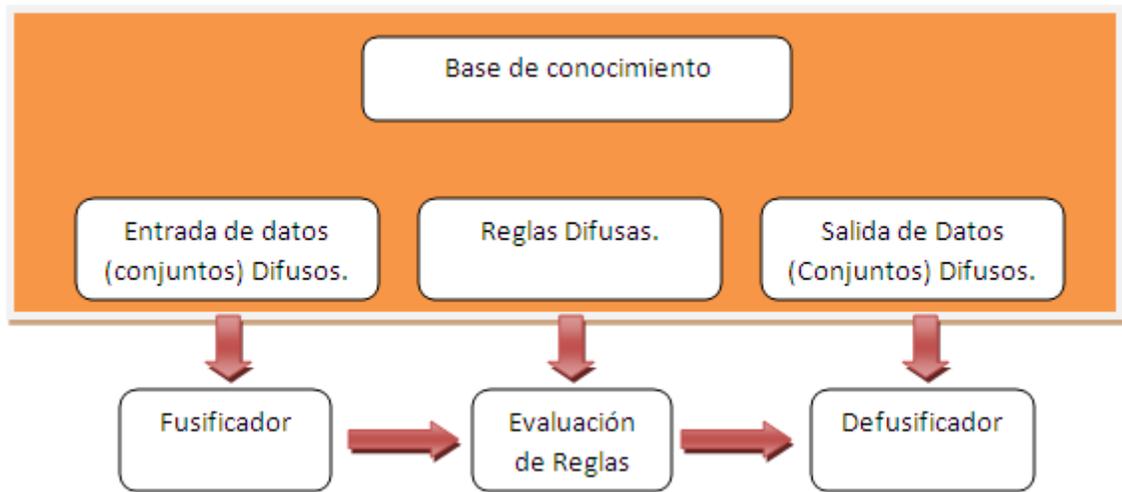


Fig. 3 Diagrama de un Sistema Difuso.

Mecanismo de inferencia.

El mecanismo de inferencia o reglas de evaluación permite interpretar y aplicar el conocimiento sobre cómo controlar mejor el sistema. Las reglas de evaluación son relaciones que se utilizan para expresar la relación existente entre los conceptos imprecisos y el comportamiento que gobierna al sistema que se quiere controlar, el experto debe desarrollar todo un conjunto de estas reglas -tantas como sean necesarias- para lograr una buena descripción del sistema a controlar. Cada regla tiene la forma de una declaración IF – THEN. La parte IF de la regla contiene una o más condiciones, llamadas antecedentes. La parte THEN de la regla contiene una o más acciones, llamadas consecuencias. Los antecedentes de las reglas corresponden directamente al grado de membresía (entrada difusa) calculada durante el proceso de fusificación. La cantidad de reglas depende de todas las posibles combinaciones que se puedan dar entre las funciones de membresía de la entrada y la salida. Cada una de estas reglas cuentan con un grado de soporte o prioridad, el cual indica que regla contribuirá en mayor o menor parte a la salida generada por el sistema en determinado momento; la asignación de estos grados de soporte depende de la experiencia del diseñador en el proceso de control. El grado de soporte permite no ser tan radical en la evaluación de las reglas ya que permite tener una evaluación parcial de las mismas. Los antecedentes de cada una de las reglas generadas son relacionados con algún tipo de Operador difuso. Generalmente en el diseño de controles difusos son utilizados como mínimo 2 operadores: el operador AND (intersección) para el mínimo, el operador OR (unión) para el máximo; la selección del operador depende en gran parte del sistema de inferencia a utilizar.

Defusificación

El resultado final del sistema lógico difuso es la determinación de un valor de salida real que pueda ser utilizado por la aplicación o proceso de control. El valor difuso es convertido a un valor real en el proceso de Defusificación. Existen varios métodos diferentes de Defusificación utilizados en los sistemas de lógica difusa. Cada método de Defusificación utiliza una fórmula matemática para calcular la salida final basado en la fuerza de todas las reglas lógicas que han sido disparadas. Las variables en

las fórmulas son grados de membresía de entrada y salida. Para realizar la Defusificación se debe de contar con las funciones de membresía de la variable de salida.

Conclusiones.

Con el análisis hecho hasta el momento nos hemos dado cuenta que nuestro sistema tiene varias ventajas sobre otros sistemas existentes ya que incluirá un prediagnosticador. Hemos observado que nuestro sistema es factible ya que los requerimientos han sido obtenidos de especialistas en este caso Médicos y personas con Diabetes Mellitus (usuarios). Se encontró que existen diversas técnicas para el modelado y desarrollo de algoritmos inteligentes el cual simulara al especialista en Diabetes Mellitus, nosotros proponemos utilizar para el modelado y desarrollo lógica difusa implementado “fuzzy logic”, sin embargo para la realización de sistemas expertos también se puede usar “prolog”. La diferencia principal y por la que se decide usar Fuzzy es que usa reglas difusas y “prolog” son simplemente reglas. Es importante señalar que la sincronización de datos se planea que sea vía inalámbrica pero cabe la posibilidad que se realice en forma alámbrica, ya que no siempre se dispone de una red inalámbrica. Se pretende que el paciente pueda sincronizar sus datos en cualquier lugar público vía Wi-Fi [4], sin embargo el alcance en costos y tiempo nos limita a probar la sincronización alámbrica. Nos hemos dado cuenta, que la modelación de los sistemas expertos se basan mucho en la experiencia de el experto al que estamos modelando y cuenta mucho la experiencia que el experto tenga y de los casos que el mismo haya tratado.

Referencias.

- [1] Chin-Teng Lin and C. S. George Lee, *"Neural Fuzzy Systems"*, Prentice Hall, EU, 1996. 1ª Ed., 783 pp. J. S. R. Jang/C. T. Sun/E. Mizutani. *"Neuro-fuzzy and soft computing"*. Prentice Hall, EU, 1997. 1ª Ed., 607 pp.
- [2] Manual CTO de medicina y cirugía "Endocrinología" Francisco Álvarez Blasco, CTO MEDICINA, S.L. España 2007, 408 pp.
- [3] Federación Mexicana de Diabetes (2007 Julio), "Federación Mexicana de Diabetes" http://www.fmdiabetes.com/v2/paginas/d_numeros.php
- [4] Jose A. Carballar, Wi-Fi, I Instalación, Seguridad y Aplicación, Alfaomega 2007, 319 pag.
- [5] Paul Harmon, David King. Sistemas Expertos, Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial.

Sistema Computacional para el Prediagnóstico de Malformaciones del Pie

Edmundo René Durán Camarillo, Juan José Torres Manríquez, Ignacio Ríos de la Torre.

Escuela Superior de Cómputo del IPN
Av. Juan de Dios Bátiz S/N Miguel Othón de Mendizábal Col. Lindavista
Del. G. A. Madero. México DF. CP 07738
eduranc@ipn.mx, irios@ipn.mx, jtorresm@ipn.mx

RESUMEN.- El sistema que se presenta plantea ser un prediagnosticador de diferentes malformaciones del pie, se fundamenta en técnicas de Ortopedia, Lógica difusa, Tratamiento digital de imágenes. El proyecto consiste de un sistema de cómputo el cual captura la huella el pie a través de una cámara digital, llevando a cabo un análisis en tiempo real, con el fin de obtener el tipo de pie del individuo.

Palabras claves: Pie, podoscopia, podografía, plantigrafía, tratamiento digital de imágenes, conjuntos difusos.

1 Introducción

Cuando nace, el ser humano no tiene un pie configurado; en el bebé los arcos del pie no son perceptibles. Solamente cuando el niño ha adoptado la posición de pie y se aplican a éste los esfuerzos de las tensiones derivadas del soporte del peso y la marcha, se empiezan a hacer aparentes los arcos, especialmente el longitudinal. Durante los primeros años de vida, el pie se encuentra en periodo formativo. Al principio, es una estructura muy flexible que no ha desarrollado la fortaleza necesaria, por lo que cualquier tensión anormal que se ejerza sobre él supone sobrecargas indebidas que serán mal toleradas. Además, los pies de los niños son órganos a través de los cuales reciben mucha información, estímulos que generan respuestas.

La intervención de factores externos e internos, tales como la acción de la gravedad y la de sus músculos extrínsecos e intrínsecos, han determinado sus características estructurales y funcionales.

La planta del pie o región plantar es homóloga de la palma de la mano. Es el sitio de sustentación del organismo y la zona por la que el hombre se pone en contacto con la superficie en donde se apoya o impulsa.

Los límites de la huella son: Por atrás, la planta del pie colinda con la cara posterior de la garganta del pie, por adelante el límite es el pliegue dígito plantar y a los lados tiene por

límites, en el borde medial, una línea que une el lado interno del talón con el mismo lado del dedo grueso y por el borde lateral, una línea que va del borde externo del talón con el mismo borde del quinto dedo.

La región plantar tiene forma de cuadrilátero alargado en sentido anteroposterior, es más angosta en su parte posterior, a nivel del talón y más ancha a nivel del pliegue dígito plantar.

La planta del pie no es plana, pues su parte interna y central no se apoya en el suelo, ahí se forma una ligera elevación, o arco longitudinal medial.

En México cuando menos el 80% de la población tiene problemas en los pies, que a menudo pueden corregirse mediante una valoración, tratamiento y ante todo, un cuidado adecuado. Las lesiones del tobillo y del pie pueden alterar la mecánica de la marcha y como resultado, originar esfuerzos en otras articulaciones del miembro inferior, a su vez, esto puede originar alteraciones en dichas articulaciones.

Cuando se valora el pie se debe revisar la posición del pie cuando soporta peso pues ésta señala cómo compensa el cuerpo las anomalías estructurales. Los contornos óseos deben ser normales y hay que observar cualquier desviación.

Son múltiples las causas capaces de generar un pie doloroso, incompetente para sostener el peso del cuerpo, propulsarlo en la marcha o equilibrarlo sobre el piso.

Clasificación

Malformaciones congénitas. Son las malformaciones observadas desde el nacimiento. Ejemplos: pie plano-valgo congénito, pie bot, pie cavo congénito, primer metatarsiano atávico.

Deformaciones adquiridas:

- a) Del pie: pie plano longitudinal, pie plano valgo, pie plano anterior (o transverso).
- b) De los dedos: hallux-valgus, hallux-rigidus, dedos en garra (o en martillo), lesiones del 5º dedo.
- c) Metatarsalgias.
- d) Talodineas o talalgias.
- e) Artropatías reumáticas: gota úrica, artrosis, artritis reumatoideas.
- f) Lesiones vasculares.
- g) Lesiones de partes blandas.
- h) Tumores óseos y de partes blandas.
- i) Lesiones de la piel y fanéreos: uña encarnada, queratosis (callosidades).

Por supuesto que estas deformidades pueden combinarse (y de hecho lo hacen), siendo muy raras las deformidades en un solo plano. Así, tendremos Pies Talo-Valgos, Equino-Varo, etc.

En cuanto a las clasificaciones hay diferencias entre los investigadores, aunque todos coinciden en *tres tipos básicos de pie*.

- Normal.
- Plano.
- Cavo.

El pie puede clasificarse de manera general como: pie normal, pie plano y pie cavo. De alguna forma, los dos últimos tipos de pie dan origen a las dos malformaciones básicas que éste presenta y que de alguna manera pueden detectarse realizando un análisis sobre la huella del pie.

La huella de un pie normal demuestra que el arco longitudinal entra en contacto con el suelo únicamente en su lado externo; pero si el arco es más plano por naturaleza, no interfiere la normal función del pie.

Se puede definir el Pie Plano, siguiendo a Viladot, como "Aquel pie que presenta una deformidad en valgo del retropié (pronación), asociada generalmente a un hundimiento de la bóveda o arco plantar en carga, y a una tendencia a la supinación del antepié".

Se puede considerar que este tipo de pie es FISIOLÓGICO, es decir, *NORMAL hasta los 4 años* de edad, debido a la hiperlaxitud de los ligamentos articulares en esta época de la vida, y a la persistencia de una almohadilla de grasa en la bóveda plantar del pie, que nos da la apariencia de un *falso pie plano*.

La deformidad en cavo del pie, también es un motivo frecuente de consulta, sobre todo en edad escolar a partir de los 4 años, bien porque los padres hayan observado un desgaste anormal del zapato, o por los reconocimientos escolares.

Podemos definir el Pie Cavo como una "Deformidad caracterizada por un aumento excesivo de la bóveda plantar, con una desviación del retropié en varo o valgo".

Hay muchas CAUSAS que pueden provocar un Pie Cavo, siendo las más frecuentes, las Enfermedades De Tipo Neurológico (Polio; Ataxia de Friedrich; Parálisis Cerebral; etc.), pero una vez descartadas dichas posibilidades patológicas, nos queda el llamado *Pie Cavo Esencial o Idiopático* que es aquel que presenta un aumento de la bóveda plantar sin que encontremos una causa que lo justifique.

2 Desarrollo

Descripción General del Sistema.

La Fig. 1, muestra el diagrama a bloques del sistema para el prediagnóstico de las malformaciones del pie; en donde, de acuerdo al estado del arte que se ha realizado debemos indicar que la limitación del alcance de nuestro sistema se debe directamente a la limitación del estudio del pie ya que el sistema se basa únicamente en el análisis de la huella lo que conlleva que la cantidad de malformaciones se limite a las siguientes:

1. Pie normal
2. Pie normal con desviación en varo
3. Pie normal con desviación en valgo
4. Pie plano de primer grado
5. Pie plano de segundo grado
6. Pie plano de tercer grado
7. Pie plano valgo de primer grado
8. Pie plano valgo de segundo grado
9. Pie plano valgo de tercer grado

- 10. Pie cavo de primer grado
- 11. Pie cavo de segundo grado
- 12. Pie cavo de tercer grado

En general el sistema cuenta con una entrada principal que es la imagen de la huella y una salida que es el prediagnóstico. Los datos del paciente son entradas secundarias ya que de cierta manera es información que compete al doctor o usuario final.

El sistema está contemplado de la siguiente manera: Debe de contar con una base de datos para que se tengan almacenados datos del paciente como una clave y su nombre, primero se debe de notificar si ya existe dicho registro o es uno nuevo. Después se procede a ser la captura de la imagen, el tratamiento de ella y la detección de la malformación. Por último, se organiza la información recibida en el sistema y se arma el resultado del prediagnóstico.

2.1 Módulo De Captura De La Imagen

Como se ha indicado tenemos que capturar la imagen de la huella del pie de forma digitalizada para poder trabajar sobre ella. Además, es el primer proceso de importancia que ejecutará el sistema pues es la información base para encontrar la malformación, de ahí la importancia de la elección de los elementos para la captura y el proceso para llevarla a cabo.

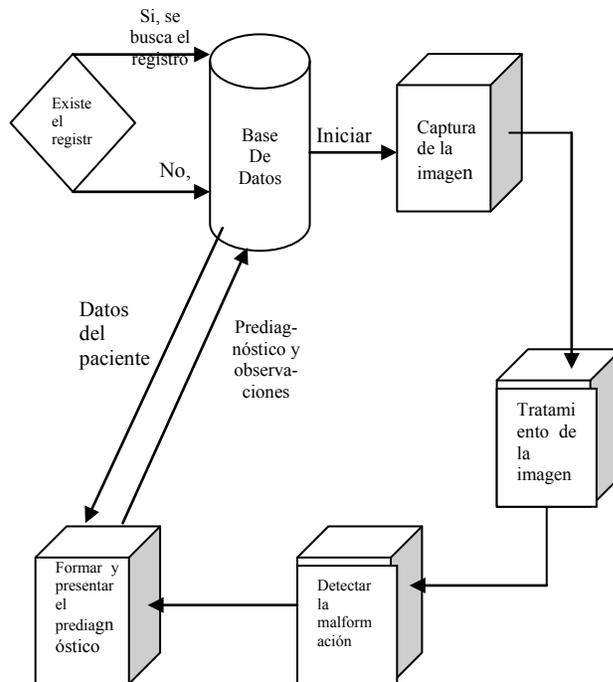


Figura 1. Diagrama a bloques del sistema

Este módulo consiste en la adquisición de la imagen digital. Para ello se necesita de un sensor de imágenes y la posibilidad de digitalizar la señal producida por el sensor. El sensor puede ser una cámara de televisión, monocroma o de color. El sensor de imágenes puede ser también una cámara de barrido de líneas que produzcan una línea de la imagen cada vez. Si la salida de la cámara o de otro sensor no está todavía en forma digital, puede emplearse un convertidor analógico-digital para digitalizarla. La naturaleza del sensor y la imagen que produce vienen determinadas por la aplicación.

Para la captura de la imagen debemos tomar en cuenta que la propuesta para implementarla fue diseñar un prototipo que permitiera realizarla y que consiste en una base parecida a un podoscopio y una cámara digital, este prototipo se muestra en la fig. 2.



Figura 2. Prototipo para la captura

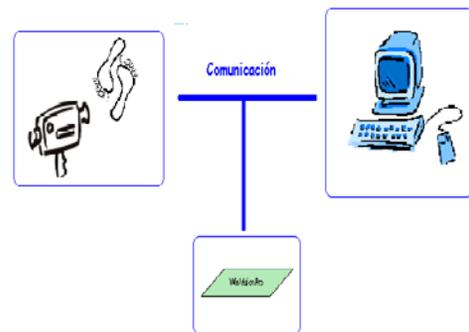


Figura 3. Elementos de captura

La captura se hará a través de los siguientes elementos, como se muestra en la Fig. 3:

- Cámara Digital
- Computadora Personal
- Tarjeta de Captura WinVisionPro

2.2 Módulo De Tratamiento De La Imagen

La imagen pasa por un procesado antes de mandarle las salidas para el siguiente modulo y este proceso es el siguiente:

-Negativo de la imagen

Los negativos de las imágenes digitalizadas son útiles en numerosas aplicaciones, como la representación de imágenes médicas. La idea es convertir el orden de blanco a negro, de forma que la intensidad de la imagen de salida disminuya conforme la intensidad de la imagen de entrada aumente. El negativo de una imagen no es otra cosa que la inversión de sus valores de color.

Lo que obtenemos es la imagen tal y como aparece en los carretes de fotos cuando se revelan (no en el papel, sino en la película). El efecto de negativo ya ha sido comentado

cuando se trató el tema de las modificaciones de histograma. Allí se indicaba que existían formas más eficientes de implementar ciertos procesados.

Para el caso del negativo solo es necesario aplicar la siguiente operación sobre cada uno de los píxeles de nuestra imagen en escala de grises: $nuevo_pixel=255-viejo_pixel$

Como se puede comprobar si el pixel tenía el valor 0 (negro) su nuevo valor pasaría a ser 255 (blanco) y de forma análoga un valor 255 (blanco) se convertiría en el valor 0 [9].

-Umbralizado

Conocido como *umbralización fija*, se puede usar en aquellas imágenes en las que existe suficiente contraste entre los diferentes objetos que se desean separar. Así, se puede establecer un valor fijo que marque el umbral de separación sobre el histograma. Para obtener dicho umbral se debe disponer de información sobre los niveles de intensidad de los objetos a segmentar y del fondo de la imagen. De esta forma la imagen binaria resultante $B(i, j)$ se define a partir de la imagen digital original $I(i, j)$ en función de un valor U que corresponde al umbral de separación seleccionado.

Como puede deducirse, la elección de un valor de umbral correcto resulta decisiva para llevar a cabo la segmentación de una imagen de manera satisfactoria. La obtención del umbral se basa en el histograma de la imagen. Cuando en el histograma se aprecian uno o más lóbulos, éstos suelen corresponder con una o varias zonas de la imagen, las cuales comparten niveles de intensidad similares. Estos objetos pueden ser directamente los objetos a segmentar o corresponder a partes homogéneas de objetos más complejos. Lógicamente la transición de un lóbulo a otro se corresponde con un mínimo del histograma, siendo estos mínimos puntos sobre los que se suele umbralizar. La búsqueda de dichos mínimos (basado en el cálculo de derivadas) se encuentra dificultada por la naturaleza ruidosa del histograma. Para atenuar este problema suele aplicarse un filtro de suavizado sobre el histograma de la imagen.

2.3 Módulo De Detección De Las Malformaciones

Como se ha descrito en los apartados anteriores primero se realiza la captura de la imagen y después se le aplica un tratamiento para eliminar el ruido e información innecesaria y obtener valores que nos permitan detectar qué deformidad presenta el pie.

Se determinó que con las características que presenta cada malformación es posible establecer una base de conocimientos o conjunto de reglas y así generar un sistema experto para resolver este problema.

Dentro de las observaciones que se han realizaron por diferentes investigadores [1], [6],[8], se pudo detectar que no existe límite establecido, en cuanto a un valor numérico preciso, que diga qué deformidad se presenta ya que basándonos en la teoría podemos ver que los tipos de pies se limitan de una forma vaga o imprecisa pues las variaciones se establecen poco a poco así un pie puede verse como poco normal y caer en plano, o bien, poco plano y caer en normal. Lo mismo se presenta para el caso del pie cavo ya que no es preciso decir en qué momento el pie deja de ser normal para caer en cavo. Obsérvese que hacer hincapié en el tipo de pie es importante debido a que es el punto de partida para completar la deformidad buscando su grado y su desviación.

Aunque también debemos considerar que las características para determinar éstos últimos tienen límites poco establecidos. En el presente trabajo se utiliza un sólo sistema experto difuso o unidad de inferencia difusa (UID). Un sistema difuso se basa en tres bloques: Fusificación, Mecanismo de inferencia (Evaluación de Reglas) y Defusificación.

a) Fusificación

La fusificación es un proceso de conversión para cambiar datos medidos del mundo real (entradas del sistema) a un valor lingüístico en el mundo de la lógica para lo cual se utilizan las funciones de membresía de las variables lingüísticas para calcular el grado de pertenencia (grado de verdad) para cada término en un conjunto; este es el primer paso y debe de ser realizado para cada variable de entrada, el resultado es utilizado como entrada al mecanismo de inferencia.

b) Mecanismo de inferencia

El mecanismo de inferencia (también llamado módulo de “motor de inferencia”, “reglas de evaluación”) permite interpretar y aplicar el conocimiento sobre como controlar mejor el sistema [11].

Las reglas de control son relaciones que se utilizan para expresar la relación existente entre los conceptos imprecisos y el comportamiento que gobierna al sistema que se quiere controlar, el experto debe desarrollar todo un conjunto de estas reglas -tantas como sean necesarias- para lograr una buena descripción del sistema a controlar. Cada regla tiene la forma de una declaración IF – THEN. La parte IF de la regla contiene una o más condiciones, llamadas antecedentes. La parte THEN de la regla contiene una o más acciones, llamadas consecuencias. Los antecedentes de las reglas corresponden directamente al grado de membresía (entrada difusa) calculada durante el proceso de fusificación. La cantidad de reglas depende de todas las posibles combinaciones que se puedan dar entre las funciones de membresía de la entrada y la salida. Cada una de estas reglas cuentan con un grado de soporte o prioridad, el cual indica que regla contribuirá en mayor o menor parte a la salida generada por el sistema en determinado momento; la asignación de estos grados de soporte depende de la experiencia del diseñador en el proceso de control. El grado de soporte permite no ser tan radical en la evaluación de las reglas ya que permite tener una evaluación parcial de las mismas.

c) Defusificación

El resultado final del sistema lógico difuso es la determinación de un valor de salida real que pueda ser utilizado por la aplicación o proceso de control. El valor difuso (salida difusa) es convertido a un valor real (salidas del sistema) en el proceso de Defusificación. Existen varios métodos diferentes de Defusificación utilizados en los sistemas de lógica difusa. Cada método de Defusificación utiliza una fórmula matemática para calcular la salida final basado en la fuerza de todas las reglas lógicas que han sido disparadas. Las variables en las fórmulas son grados de membresía de entrada y salida. Para realizar la Defusificación se debe de contar con las funciones de membresía de la variable de salida. El tipo de sistema difuso que utilizamos fue el de Mamdani [12].

Las entradas de nuestro sistema son:

- a) Porcentaje de arco
- b) Un valor Booleano de la presencia de supinación
- c) Un valor Booleano de la presencia de pronación
- d) Porcentaje del ancho de la huella

Las salidas del sistema son las tres observaciones que se puede hacer sobre el pie y son:

- 1) Tipo de pie, que nos determina si el pie es normal, plano o cavo
- 2) Grados de las malformaciones, el pie plano y cavo tienen básicamente tres niveles
- 3) Deformidad en valgo o varo para el pie normal y plano.

3 RESULTADOS

Para poder calcular la efectividad del sistema se hicieron pruebas con las imágenes de 100 niños que se tenían en la base de datos.



Figura 4. Menú principal.

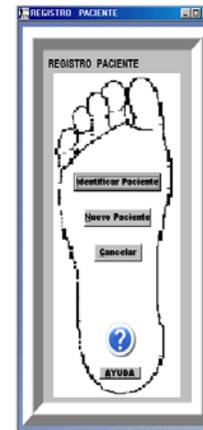


Figura 5. Registro de pacientes.

Los resultados fueron revisados por el ortopedista, así que de forma cualitativa determinaban si por la imagen que se mostraba lo que decía el sistema era correcto o no, así como por la experiencia del mismo doctor.

Cabe mencionar que pocas veces se pueden tener tipos de pie extremos en un mismo paciente. Esto es, es posible tener pie plano de primer grado y pie normal, o bien, pie normal y pie cavo de primer grado; pero raramente es normal que se presente pie plano en un pie y pie cavo en el otro.

Así, que con las consideraciones señaladas se pudo observar que de las 100 muestras 85 resultaron con prediagnóstico favorable y 15 no.

De aquí el hecho de haber determinado que el sistema cuenta con un 85% de efectividad.

Cabe mencionar que de los 15 pacientes de los que se detecto un error tenía que ver mucho con la forma en que se recargaban pues la imagen no permitía obtener valores correctos y por consiguiente el sistema experto arroja un error.

Por esto la efectividad del sistema depende en su totalidad de la buena disposición de la persona para permitir que se obtenga una imagen conveniente.

El sistema le mostrará una serie de pantallas entre las cuales se encuentran las mostradas en las figuras 4, 5, 6, 7, y 8.

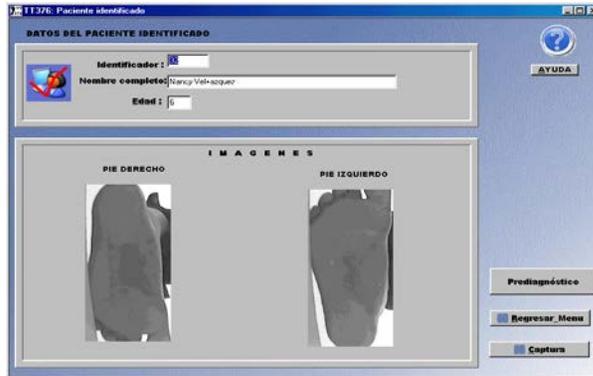


Figura 6. Identificación del paciente.

4 CONCLUSIONES

La exploración ortopédica se inicia con el análisis estático del pie.

Para el análisis clínico del pie son de gran ayuda las imágenes plantares, obtenidas con el podoscopio o con el podógrafo. En ellas se estudia la forma de la región plantar y la distribución de las zonas de carga.

Las impresiones que se obtienen en el podógrafo, son útiles para la elaboración de los soportes plantares, señalándose en ellos las correcciones que tiene que hacer el ortesista.

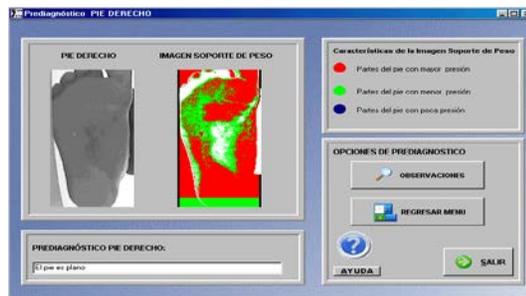


Figura 7. Prediagnóstico de PIE DERECHO.



Figura 8. Prediagnóstico de PIE IZQUIERDO.

En el podoscopio puede observarse cómo al principio de la carga del peso del cuerpo, el pie se ensancha, para después volverse a formar los arcos.

En la huella normal, se marcan la zona de carga del talón, que tiene una forma más o menos elíptica, el talón anterior y los cinco dedos. Las zonas de los talones están unidas por una banda externa, que en el adulto mide alrededor de 15mm en su parte central. Su borde interno es cóncavo hacia adentro. El eje de los talones anterior y posterior se proyecta en línea recta.

La huella obtenida con el podógrafo es uniforme en toda su extensión.

Lo que se ha explicado es en lo que basamos el diseño de nuestro sistema, ya que con la imagen digitalizada se pueden tener las observaciones que dan el podoscopio y el podógrafo.

Concluyendo, el sistema consta de 4 fases importantes: Captura de la imagen digital, tratamiento de la imagen digital, detección de la malformación a través de los datos encontrados en la imagen por medio de un sistema de control difuso y lo último es enviar los resultados para armar y presentar el prediagnóstico al doctor. Se le ha agregado una base de datos para guardar información relacionada con el paciente.

El sistema es capaz de reconocer 12 malformaciones del pie, las cuales se pueden detectar confiablemente con sólo analizar la huella del pie.

El sistema reporta una eficiencia del 85%, recordando que es fundamental que el paciente se suba a la base y pise como normalmente lo hace.

La ambigüedad que tiene la ortopedia para establecer en qué punto el pie presenta o no alguna de estas deformaciones se trató con la Lógica difusa a través de sus conjuntos difusos y operadores difusos.

REFERENCIAS

- [1] "Manual de ortopedia mecánica", Dr. Alfonso Token Zamudio, Págs. 237-270
- [2] "Ortopedia", Magee, Págs. 446-466
- [3] "Ortopedia: Principios y aplicaciones", Tomo II, Samuel Turek, Págs. 1518-1541
- [4] "Ortopedia traumatológica", Jorge E. Valls, Págs. 219-225
- [5] "Ortopedia y traumatología", Valls, Perruelo, Arellano y otros, Págs. 301-307
- [6] "Manual de ortopedia", P. Pitzten, H. Rössler, Págs. 323-352
- [7] "Cirugía ortopédica", Págs. 2588-2667
- [8] "Deformidades del pie. Tratamiento conservador", Gonzalo Vázquez Vela
- [9] "Tratamiento digital de imágenes", Rafael C. González, Richard E. Woods
- [10] Help de MatLab, archivo: MATLABR11\help\pdf_doc\fuzzy\fuzzy_tb.pdf
- [11] Software fuzzyedu: Fuzzy Logic Education Program (de Motorola)
- [12] Timothy J. Ross "Fuzzy Logic with Engineering Applications", McGraw-Hill. Inc, U.S., 1995.

Verificación de Firmas Manuscritas utilizando una Red Neuronal Artificial

Edmundo René Durán Camarillo, José Luis Calderón Osorno, Juan José Torres Manríquez

Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politecnico Nacional
Av. Juan de Dios Bátiz S/N Miguel Othón de Mendizábal Col. Lindavista Del.
G. A. Madero. México DF. CP 07738
jcalderono@ipn.mx, eduranc@ipn.mx,

Resumen. En este trabajo se plantea una nueva alternativa para la verificación de firmas manuscritas on-line, basándose en la técnica de redes neuronales artificiales (RNA) y análisis grafoscópico, la RNA determina la autenticidad de la firma. El sistema también está fundamentado en ingeniería de software y análisis estadístico de los datos. El sistema está integrado por un módulo de adquisición de la firma, representado por una tablilla digital, y un sistema de cómputo programado en C++ Builder, en el cual se analiza en forma dinámica los trazos de la firma y se evalúa a través de una red multicapas que utiliza el algoritmo de aprendizaje denominado retropropagación. Finalmente el sistema entrega un dictamen de la autenticidad de la firma.

1 Introducción

Recientemente se han desarrollado sistemas que a partir del trazo de la firma reconstruyen las características dinámicas disminuyendo la probabilidad de error en la verificación de la firma, aunque estos procedimientos precisan mucha mejora aun. De 1989 a 1993 se dieron grandes descubrimientos de investigadores importantes en la rama, a través de nuevas tecnologías aplicables al reconocimiento de firmas manuscritas tales como: La Inteligencia Artificial y el Procesamiento en Paralelo. Se definen dos métodos para autenticación de firmas manuscritas:

1. *Verificación Estática de la firma (Off-Line)*: Se fundamenta en la imagen estática de la firma; resultado de la acción de firmar.
2. *Verificación Dinámica de la firma (On-Line)*: Utilizan procesos dinámicos; la acción de firmar por sí misma.

Ambos métodos son evaluados por dos tipos de errores que determinan el porcentaje de aceptación y rechazo de firmas manuscritas [1], los cuales son:

- a) *Error Tipo I*: Expresa el porcentaje de firmas auténticas que son rechazadas.
- b) *Error Tipo II*: Expresa el porcentaje de firmas falsas que son aceptadas.

Con lo anterior, nos podemos dar cuenta que al minimizar el error tipo II se incrementa el error tipo I. La relación inversa entre los dos tipos de error permite al diseñador de un sistema biométrico balancear la consistencia de los errores Tipo I y Tipo II con los requerimientos del usuario del sistema. De acuerdo a Bowman, el usuario del sistema debe aceptar un porcentaje de error Tipo I por arriba del 4% para prevenir cualquier error Tipo II [1] [2].

2 Los Parámetros Grafoscópicos

La grafoscopia distingue un conjunto de características para el análisis de firmas manuscritas, entre los que se destacan, el número de momentos gráficos, la presión ejercida sobre el papel, los inicios, cortes, ángulos de los momentos gráficos, ángulo de la firma total, los enlaces, etc. En el diseño de este sistema para la autenticación de firmas se consideraron las siguientes nueve características: velocidad, momentos gráficos, Inicios, finales, longitud

total, longitud del 1er. momento gráfico, ángulo total, ángulo del primer momento gráfico, cortes.

Los conceptos anteriores se definen de la siguiente forma: Velocidad: Es el tiempo en que una persona realiza su firma. Momentos Gráficos: cada grafo que se forma cada vez que se pega y despega la pluma. Inicios: Es el primer píxel de cada momento gráfico. Finales: Es el último píxel de cada momento gráfico. Longitud Total: Es la distancia entre el inicio y final de la firma. Longitud del Primer Momento Gráfico: Es la distancia entre el inicio y final del primer momento gráfico. Angulo Total: Es el ángulo de inclinación de la firma total. Angulo del Primer Momento Gráfico: Es el ángulo de inclinación del primer momento gráfico. Cortes: Es la distancia que hay entre el final de un momento gráfico y el inicio del siguiente.

3 Descripción General del Sistema

Como se muestra en la Figura 1, el bloque de adquisición de firmas esta formado principalmente por una tablilla electrónica que funciona como una interfaz a través del cual la firma manuscrita es analizada por el sistema de cómputo de acuerdo a los parámetros que se establecieron anteriormente.

En el bloque de obtención de características se efectúa un análisis de los elementos dinámicos y gráficos de la firma, a nivel píxel en un plano x, y; en donde se calcula la velocidad promedio del firmante, el número de momento gráficos, se establecen las coordenadas de los inicios, finales, se calcula el ángulo de la firma y del primer momento gráfico además de la longitud total de la firma y del primer momento. Con el fin de obtener datos estadísticos de cada individuo se obtuvieron diez firmas de cada uno. Posterior al modulo de obtención de características se observa una bifurcación del diagrama, la primera rama corresponde a la parte en que se registran los datos y se calculan los parámetros grafoscópicos de un nuevo firmante.

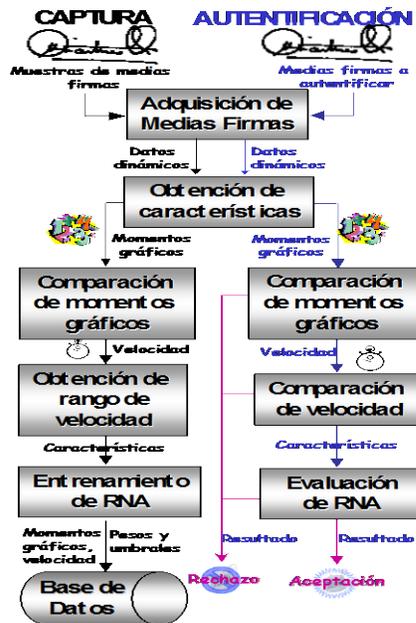


Fig. 1. Diagrama a bloques del sistema Verificador de firmas manuscritas

En esta fase se analizan diez firmas, además de la captura en una base de datos de los aspectos generales, de cada persona, como el nombre, dirección, RFC, etc. Con los valores de los parámetros anteriores, se construye un conjunto de doce vectores de características del firmante. Mediante esta información se entrena una red neuronal supervisada, generando un

conjunto de pesos (W_{ij}) y umbrales (b_i) relativos a la firma del individuo; estos valores son enviados posteriormente a una base de datos, donde más adelante serán llamados por el sistema de autenticación (Figura 2).

La otra rama de la bifurcación, se refiere a la secuencia donde el individuo es objeto de la autenticación de su firma, a través de los pasos que se describen a continuación. Primeramente en el módulo de adquisición de firma, la persona efectúa tres veces su firma, nuevamente son extraídas las características grafoscópicas, para cada una de las anteriores; dichos datos son analizados estadísticamente, conformando un vector característico de la firma; además, se calcula la velocidad y el número total de momentos gráficos. Una vez evaluados los momentos gráficos y la velocidad del firmante; el siguiente paso es verificar a través de la red neuronal si, los datos anteriores corresponden a la información codificada a través de los pesos y umbrales generados anteriormente para el individuo.

La RNA responderá indicando si los rasgos grafoscópicos corresponden al firmante, con ello el sistema enviará un mensaje de firma autentica o en su defecto de firma falsificada (Figura 3).



Fig. 2 Interfaz de grafica del sistema de Autenticación de firmas manuscritas



Fig. 3 Respuesta del Sistema ante una firma

4 Módulo Inteligente de Autenticación [7] [8] [9] [10]

Una red neuronal artificial supervisada, conforma principalmente este módulo. El diseño de la red neuronal, es muy importante en el desarrollo del sistema porque de su funcionamiento dependerá la obtención de resultados confiables al momento de autenticar la firma de una persona. Es importante destacar que la misma arquitectura de red será utilizada para todas las personas capturadas en la base de datos. El modelo de red neuronal que más se adaptó al sistema fue una red multicapa supervisada, entrenada con el algoritmo de retropropagación (regla delta generalizada) [3].

5.1 Datos de Entrada. El vector de entrada P_j está constituido, por cinco características grafoscópicas obtenidas de las firmas que son: longitud total de la firma, longitud del primer momento gráfico, ángulo total de la firma, ángulo del primer momento y cortes. Por lo anterior, se obtuvo una matriz de cinco por uno formada por las características anteriormente explicadas y se denota de la siguiente manera:

$$P_i = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \\ p_5 \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, 12 \quad (1)$$

Donde

P_1 es la longitud total de firmado en píxeles.

P_2 es la longitud del primer momento en píxeles.

P_3 es el ángulo total de la firma en grados.

P_4 es el ángulo del primer momento en grados.

P_5 es la longitud de corte entre el primer y segundo momento gráfico en píxeles.

Nota. Los valores del vector de entrada han sido normalizados en una etapa previa, en un intervalo de 0 a 1. [3]

El conjunto de patrones de entrenamiento (*CP*) es de doce vectores de cinco por uno, obtenidos de las diez firmas auténticas, y dos antivectores (firmas falsas) generados a partir de datos estadísticos (media, desviación estandar, y varianza); por lo que el conjunto de entrenamiento, se denota por siguiente grupo de vectores.

$$CP = [P_1 \ P_2 \ P_3 \ P_4 \ P_5 \ P_6 \ P_7 \ P_8 \ P_9 \ P_{10} \ P_{11} \ P_{12}] \quad (2)$$

Donde:

P_1 a P_{10} son los vectores de características de las firmas.

P_{11} a P_{12} son los antivectores o firmas falsas.

5.2 Datos de Salida. La red neuronal muestra como salida un solo valor que expresará el grado de similitud entre los valores de los vectores del conjunto de entrenamiento y los obtenidos al momento de llevar a cabo la autenticación. Al tratarse de una red con aprendizaje supervisado por corrección de error, se define un conjunto de datos de entrada (*CP*) y un conjunto de valores objetivo *T*, para su entrenamiento (véase Ec. 3).

$$T = [0.9 \ 0.9 \ 0.9 \ 0.9 \ 0.9 \ 0.9 \ 0.9 \ 0.9 \ 0.9 \ 0.9 \ 0.1 \ 0.1] \quad (3)$$

El entrenamiento de la red neuronal se llevo a cabo, programando la red neuronal en C++ builder ver. 4.0, el proceso de entrenamiento tomo de 300 a 600 épocas dependiendo de la complejidad de la firma manuscrita, con un tiempo de convergencia menor a 2 segundos para un error menor a 0.1. La red fue entrenada en una computadora Pentium III a 800 MHz. Finalizado lo anterior la red nos permitió diferenciar entre las firmas auténticas ($T= 0.9$) y firmas falsas ($T= 0.1$) con base al valor de salida entregado por la red.

5.3 Calculo de la Capa Oculta. En el diseño de una red neuronal, se recomienda utilizar una sola capa oculta, dado que en la mayoría de los problemas prácticos, esto resulta suficiente [9]. En cuanto al número de neuronas de la capa oculta existe una regla para obtenerlas llamada “Regla de la Pirámide Geométrica” [9], mostrada en la Ec. 4, donde el número de neuronas sigue una forma piramidal, con un número decreciente de neuronas de la entrada hacia la salida. Esta regla puede aplicarse a cualquier tipo de redes excepto a las asociativas.

$$\text{número_neuronas_ocultas} = \sqrt{m * n} \quad (4)$$

Donde

n es el número de neuronas de entrada

m es el número de neuronas de salida.

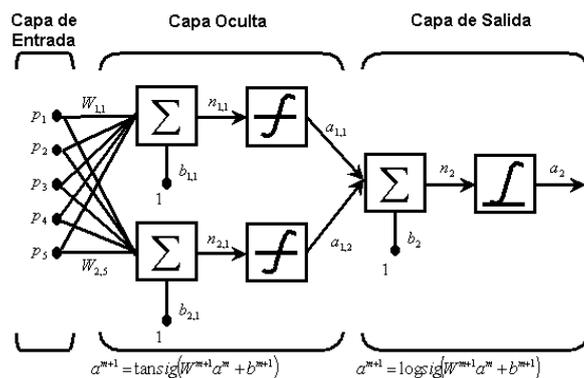
Para nuestro sistema $n = 5$ entradas y $m = 1$ salida, utilizando la Ec. 4, obtenemos lo siguiente:

$$\text{número_neuronas_ocultas} = \sqrt{5 * 1} = \sqrt{5} = 2.2360$$

5.4 Arquitectura de la Red. La arquitectura de la red neuronal para el sistema de autenticación de firma se muestra en la Figura 4, donde se puede observar, 3 niveles, el numero de neuronas por capa además de la funciones de transferencia que fueron empleadas.

Como se observa en la Figura 4, se empleo una red multicapa feedforward para el sistema de autenticación, entrenada con el algoritmo de Retropropagación, la cual consiste de tres capas: *Capa de Entrada:* Consta de cinco entradas, cada una de las cuales representa una de las características de la firma en cuestión, la red recibirá en total doce vectores, P_i , para el entrenamiento y dos vectores P_i para la etapa de autenticación. *Capa Oculta:* Sólo se tiene una capa oculta que consta de dos neuronas cuyas funciones de activación son sigmoideas. Los umbrales se actualizan al igual que los pesos durante el entrenamiento, cada vez que el patrón evaluado no es clasificado correctamente. Cada una de las neuronas recibe todas las entradas de la capa anterior y sus salidas se conectan a todas las neuronas de la siguiente capa (red totalmente conectada). *Capa de Salida:* La red neuronal cuenta con una sola salida que

nos dirá el grado de similitud entre las firmas auténticas y las dubitadas. Para ello la función de activación es de tipo sigmoideal acotada entre 0 y 1.



Donde m es el número de capas de la red
Fig. 4 Arquitectura de la red neuronal para la autenticación de firmas

3 Conclusiones

Se analizaron 300 firmas de 30 firmantes distintos que fueron dados de alta en la base de datos del sistema, 60 firmas falsas “antivectores” generados por el sistema, basados en datos estadísticos y 15 falsificaciones aleatorias de 5 falsificadores.

El 10% de las firmas capturadas y autenticadas son de medias firmas, mientras que el 90% restante son firmas completas, lo cual indica que el sistema es capaz de autenticar adecuadamente medias firmas y firmas completas que no pasen de diez momentos gráficos.

Durante el proceso de prueba se observó que el 90% de las personas, al llevar a cabo la primera autenticación, son aceptadas; y el 10% son rechazadas, debiéndose volver a autenticar su firma. Este rechazo de firmas auténticas “Error Tipo I” (10%) se debe a que el proceso de autenticación es muy estricto, por lo que evita la aceptación de firmas falsas “Error Tipo II” (0%); Por lo que minimizar el Error Tipo II significa aumentar el Error Tipo I.

El sistema fue probado por cinco falsificadores de cinco distintos firmantes, siendo todos rechazados, debido a que no se pueden imitar exactamente las características dinámicas de la firma, pero si las estáticas como el tamaño y la forma. Además, se observó, que el número de momentos gráficos y la velocidad son las principales fallas de los falsificadores.

Primeramente, se había planteado la implementación de un sistema que midiera características tales como: velocidad, momentos gráficos, inicios, finales, cortes y enlaces, que permitirían la autenticación. Pero a lo largo de su desarrollo, se descartaron los enlaces por ser muy irregulares y no permitir individualizar la firma. Por ello, se agregaron otras características como los son: longitud de la firma y del primer momento gráfico en píxeles, el ángulo de inclinación de la firma y del primer momento gráfico. Se obtuvo un Error Tipo I de 10% y un Error Tipo II de 0% con lo cual se garantiza no aceptar falsificaciones. Una de las principales ventajas del sistema, es que el procesamiento de la firma *on line*, permite analizar las características dinámicas; para la autenticación solo se requiere de 3 firmas; Una vez obtenidas la características de la firma, el proceso de autenticación es menor a 2 segundos. Un aspecto muy importante es que no acepta firmas falsas. A diferencia de otros sistemas de autenticación, este se fundamenta en un Análisis grafoscópico, Redes Neuronales Artificiales, Procesamiento de imágenes e Ingeniería de software; además de contar con la valiosa colaboración de peritos en grafoscopia, de la PGR.

Referencias

- [1]. PLAMONDON, Réjean, “Progress in Automatic Signature Verification”, Edit. World Scientific, 1994, United States of America, 173 pp.
- [2]. Handwriting Identification: Research to Study Validity of Individuality of Handwriting & Develop Computer-Assisted Procedures for Comparing Handwriting Interim Technical Report, September 9, 2000.
- [3]. DEL PICCHA Juan José, “Tratado de Documentoscopia”.
- [4]. DEL VAL LATIERRO, Félix, “Grafocritica”, Editorial Tecnos.
- [5]. POSADA, Angel Alberto, “Grafología y Grafopatología”, Edit. Paraninfo, 1977, Madrid, Págs.: 120-139.
- [6]. VELS, Augusto. “Escritura y personalidad”. Editorial Herder, Barcelona España.
- [7]. HAGAN, Demuth, Beale, “Neural Network Design”, PWS Publishing, 1996
- [8]. MEHROTRA K., C.K. Mohan, S. Ranka, “Elements of Artificial Neural Networks”, M.I.T. Press, 1997, ISBN 0-262-13328-8
- [9]. MASTERS, Timothy, “Practical Neural Network Recipes”, Edit, Morgan Kaufman, USA, 493 pp.
- [10]. SWINGLER, Kevin, “Applying Neural Networks : A practical guide”, Edit. Morgan Kaufman, 1996, USA, 303 pp.

- [11]. ABHIJIT S. Pandya, Robert B. Macy, "Pattern Recognition with Neural Networks in C++", Edit. IEEE y CRC Press, Florida USA, 1996, 410 pp.
- [12]. CHIN-TENG Lin and C. S. George Lee. "Neural Fuzzy Systems" Prentice Hall, EU, 1996. 1ª Ed., 783 pp.
- [13]. WOODS, Richard E.; GONZÁLEZ, C. Rafael "Tratamiento Digital de imágenes", Addison Wesley-Díaz de Santos.
- [14]. CRANE Randy, "A Simplified Approach to Image Processing", Edit. Prentice-Hall, Inc – Hewlett Packard Company, New Jersey, 1997, 317 p.p.
- [15]. FAÜNDEZ Z. Marcos, "Tratamiento Digital de Voz e Imagen y Aplicación a la multimedia", Edit. Alfa Omega Grupo Editor, S.A. de CV., México, 2001, 271 pp.
- [16]. WALPOLE Ronald E., MYERS H. Raymond, "Probabilidad y Estadística", Edit. Mc Graw Hill, México, 796 pp.
- [17]. CHARTE O. Francisco, "Programación con C++ Builder 5", Edit. ANAYA, España, 2000, 1087 pp.
- [18]. K. Fukushima, S. Miyake, "Neocognitron : A NN model for mechanism of visual pattern recognition", IEEE Transactions On, Systems, Man and Cybernetics, Volúmen 13, Número 5, páginas 826 – 834, 1983.
- [19]. K. Fukushima. "Neocognitron: A hierarchical NN capable of visual pattern recognition NN", Volúmen 1, páginas : 119-130, 1988.
- [20]. Knowledge and data Engineering IEEE Transactions On, páginas : 167 – 172, Abril 1992, Volumen 4.
- [21]. Neural Networks, IEEE Transactions On, páginas 1090 – 1105, Septiembre 1997, Volumen 8.
- [22]. Neural Networks , IEEE Transactions On, páginas: 355-365, Mayo 1991, Volumen 2.
- [23]. "Pattern Analysis and Machine Intelligence", IEEE Transactions On, páginas; 98 – 106, Enero 1994, Volumen 16.
- [24]. "Systems, Man and Cybernetics", Parte B, IEEE Transactions On, páginas. 612 – 617, Agosto 1997, Volumen 28.

APOYO EN UN SOFTWARE EDUCATIVO PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS EN LA UNIDAD DIDÁCTICA DE PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA EN EL NIVEL SUPERIOR

Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Instituto Politécnico Nacional
Departamento de posgrado,
Escuela Superior de Cómputo,
México, D. F.
Email: efruiz@ipn.mx Tel. (55) 57296000 ext. 52041

Resumen: - En el presente trabajo se muestra una parte de los resultados del proyecto de investigación que está en proceso de desarrollo en el Instituto Politécnico Nacional, estos resultados están enfocados al desarrollo de las competencias de razonar, comunicar, resolver problemas y usar herramientas computacionales, mediante el diseño y aplicación de un software educativo de Probabilidad y Estadística, debido a que se tiene como antecedente que el 40 % de los estudiantes de una muestra de 517 alumnos que cursaban la unidad didáctica en el nivel superior, la reprobaron durante el ciclo escolar 2008-2009/I además de las dificultades que manifestaron tener en su aprendizaje. Se emplea la tecnología como una competencia en sí misma y se encuentra que los estudiantes que resuelven problemas mediante el empleo de simulaciones, logran comunicar sus ideas y emplear el software educativo como una herramienta práctica.

1. Introducción

La sociedad está reclamando nuevas competencias a los profesionales y a los ciudadanos en general, que requieren el dominio de destrezas y habilidades específicas, de esta forma, surge un doble posicionamiento: formar sobre esas competencias en el ámbito profesional o desarrollarlas en el ámbito académico previo al laboral. Muchas universidades en diferentes países están rediseñando sus carreras a través de nuevos perfiles académico-profesionales en los que incluyen una serie de competencias. Las competencias son factores de superación individual y grupal que permiten el desarrollo de los recursos personales para integrarlos en las posibilidades del entorno y obtener así, de esa complementariedad, el mayor beneficio mutuo.

El Modelo educativo de IPN contempla el énfasis en una educación centrada en el *aprendizaje* con preferencia a una educación centrada en la *enseñanza*. Al contraponer enseñanza y aprendizaje se pretende resaltar la importancia que en el nuevo paradigma educativo debe tener la educación en términos de adquisición por parte del estudiante de capacidades, habilidades, competencias y valores que le permitan una progresiva actualización de los conocimientos a lo largo de toda su vida.

2. Competencias matemáticas y uso de la Tecnología

2.1 Antecedentes.

Dada la conciencia, cada día mayor y más extendida, del alto grado de provisionalidad de los conocimientos adquiridos en un momento dado de nuestra vida, parece conveniente desplazar el acento desde una educación que hasta ahora ha estado preferentemente centrada en la enseñanza de contenidos hacia una educación orientada al aprendizaje de competencias.

La educación deberá centrarse en la adquisición de **competencias** por parte del alumno, por lo que el papel fundamental del profesor debe ser el de ayudar al estudiante en el proceso de dicha adquisición. El concepto de competencia pone el acento en los resultados del aprendizaje, en lo que el alumno es capaz de hacer al término del proceso educativo y en los procedimientos que le permitirán continuar aprendiendo de forma autónoma a lo largo de su vida.

Investigaciones realizadas en torno a competencias PISA (OECD, 2004) [1], Rico, L. (2005), [2], Villa, A., Poblete, A (2007) [3], Sánchez s., Fortes, I. (2008) [4]; señalan que hay competencias genéricas o transversales, (instrumentales, interpersonales y sistémicas) necesarias y las competencias específicas

(propias de cada profesión) con el propósito de capacitar a la persona sobre los conocimientos científicos y técnicos, su capacidad de aplicarlos en contextos diversos y complejos, integrándolos con sus propias actitudes y valores en un modo propio de actuar personal y profesionalmente. Estas competencias habían sido definidas inicialmente en el Marco Pedagógico de la UD (2001) [5] y que ahora se explicitan con tres niveles, varios indicadores y cinco descriptores para facilitar su desarrollo y evaluación.

Las competencias o procesos generales elegidos por el proyecto PISA (OCDE, 2004, p. 40), son:

- pensar y razonar
- argumentar
- comunicar
- modelar
- plantear y resolver problemas
- representar
- utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones
- usar herramientas y recursos.

El presente artículo se enfoca a cuatro de las competencias señaladas: razonar, comunicar, resolver problemas y usar recursos y herramientas y se muestra cómo el diseño y aplicación de un Software Educativo para la Enseñanza de la Probabilidad y Estadística; contribuyó al desarrollo de dichas competencias. El empleo del software se justifica porque la incorporación de las nuevas tecnologías se aplica a todos los ámbitos universitarios: gestión, investigación y enseñanza.

De forma más específica, una parte importante de la innovación pedagógica se apoya en el uso didáctico y pedagógico de estas tecnologías tanto por parte del profesorado como de sus alumnos. Esta utilización ayuda a crear nuevos espacios virtuales que favorecen la autonomía de alumnos multiplican las posibilidades educativas de interacción y creación.

2.2 Sobre el uso de la tecnología

Una de las características más importantes del mundo actual es el enorme intercambio de información que se da a diario entre millones de personas, así como el desarrollo de la tecnología adecuada para transmitir con rapidez dicha información.

La presencia de las nuevas tecnologías de la información como valioso instrumento de apoyo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, la interacción maestro-alumno en el aula debe continuar como eje de la actividad educativa. Deberán diseñarse modelos pedagógicos para usar eficientemente los recursos, nuevas modalidades y espacios para aprender, así como desarrollar nuevas habilidades y competencias en el estudiante.

2.3 Sobre las dificultades en la Probabilidad

Se considera que las dificultades para la correcta enseñanza de la probabilidad se deben a dos factores importantes como lo señala Ruiz E. F: (2007) [6] y Ruiz, E.F (2009) [7], derivado del proyecto de investigación con registro en la SIP 20090330. El primer factor es la falta de desarrollo de distintas competencias en los estudiantes desde los niveles previos, y que son requeridos por el estudiante competencias como razonamiento lógico, resolución de problemas, entre otras. El segundo es la actitud que toman los alumnos ante los temas de la asignatura, como por ejemplo el desinterés y la inasistencia a clases. Podría deducirse que de este último depende primordialmente la dificultad, ya que si los alumnos mostraran una actitud positiva, sería más fácil impartir la materia.

Después de un estudio realizado Ruiz E. F. (2007 y 2009). Proyecto de investigación 20090330, encontró que alrededor de un 40% de la población de los estudiantes de la Escuela Superior de Computo del IPN, no acreditan la materia, y presenta dificultades para comprender los temas señalados por la academia en el temario, por ello y debido al hecho de desarrollar la competencia del uso de la tecnología en el estudiante es que se genera un Software educativo de apoyo a los estudiantes con el contenido temático de la unidad didáctica denominada Probabilidad y Estadística.

3. Aspectos Teóricos

3.1 Sobre el uso de las TIC's como una competencia

El empleo de las tecnologías de la Información y Comunicación también es considerada en sí como una competencia Sánchez S., Fortes, I. (2008), [4] la cual se relaciona con la gestión de la información y de la comunicación apoyada en las amplias tecnologías a las que da acceso el ordenador personal.

En conjunto se trata de alcanzar una situación en la que la persona se desenvuelve con acierto y cierta soltura ante un ordenador personal; al menos en relación con las aplicaciones y tareas más comunes en la gran mayoría de ámbitos de utilización. La Computadora es un elemento casi omnipresente en los escenarios de trabajo académico y profesional. Cualquier estudiante o profesional se ve en la necesidad de adaptarse a este nuevo aspecto del entorno, y a los que puedan provenir en el futuro desde la misma dirección.

Por otro lado, si el alumno quiere alcanzar un alto nivel de dominio en el uso del ordenador, precisará igualmente de competencia para la innovación y la orientación al aprendizaje. Para poder obtener cierta eficacia y eficiencia no basta con limitarse a utilizar la herramienta informática a un nivel muy básico o siempre de la manera en que se realiza en un principio, sino que la competencia de innovación conduce a nuevos modos de utilización del ordenador, los cuales podrán repercutir en un mejor desempeño académico o profesional o, al menos, lo facilitarán.

La comunicación escrita también está relacionada con ella. El usuario del ordenador muestra continuamente su grado de competencia para comunicarse adecuadamente, de modo que un buen dominio técnico con una mala capacidad comunicativa da como resultado una mala utilización del medio.

4. Planteamiento de la Problemática

Después de un estudio realizado Ruiz E. F. (2007 y 2009). Proyecto de investigación 20090330, encontró que alrededor de un 40% de la población de los estudiantes de la Escuela Superior de Computo del IPN, no acreditan la materia, y presenta dificultades para comprender los temas señalados por la academia en el temario, por ello y debido al hecho de desarrollar la competencia del uso de la tecnología en el estudiante es que se genera un Software educativo de apoyo a los estudiantes con el contenido temático de la unidad didáctica denominada Probabilidad y Estadística.

5. Aspectos Metodológicos

5.1 Aplicación de una encuesta

Se aplicó una encuesta a 517 estudiantes que cursaban la unidad didáctica de Probabilidad y Estadística que forma parte del tronco común de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el tercer semestre y se obtuvo lo siguiente: en el primer periodo de evaluación de una muestra de 517 alumnos el 43% no lo aprobó, en el segundo departamental, observamos un aumento en este índice, pues llegó a un 46%, tomando en cuenta que el tercer periodo, es el de recuperación el porcentaje de reprobación disminuyó a 40.6% sin embargo las muestras de alumnos que no acreditan la materia es casi la mitad de la población.

En la primera oportunidad de recuperación, de 149 que realizaron el extraordinario un 38% la acreditó, sigue siendo una tasa baja de aprobación, lo que confirma la necesidad de un apoyo al profesor y al estudiante, para la enseñanza de la probabilidad, a través de un Software que tenga los tópicos vistos en la materia.

Tomando en cuenta el índice de reprobación de la Escuela Superior de Cómputo en el ciclo escolar 2008-2009/1, para la materia de Probabilidad y Estadística, se consideró importante no sólo reforzar los conocimientos del alumnado a nivel superior. Sino de desarrollar las competencias de comunicar, razonar y resolver problemas, así como usar herramientas y recursos.

5.2 Diseño del Software Educativo

En la colaboración de tres estudiantes de la carrera de Sistemas Computacionales de la ESCOM se realizaron aportaciones en formato HTML, provenientes de los apuntes e investigaciones de Ruiz E. F. (2008) [8], y los temas especificados en el temario de la academia.

La primera etapa fue el diseño en papel y electrónico del contenido intelectual, es decir, de los temas explícitos y resoluciones a problemas comunes.

Se procedió a diseñar la estructura, igualmente verificada y corregida por Ruiz E. F. y miembros del grupo, que concluyó en dejarlo separado por unidades temas teoría ejercicios resueltos ejercicios para resolver (evaluaciones) herramientas adicionales

Concluyendo la estructura se llevo a código HTML a través de diversas herramientas, como Macromedia y ahí se le agregaron imágenes, sonidos, animaciones flash, y combinaciones de colores adecuadas para los estudiantes de nivel superior

Para concluir con el diseño adecuado de este libro electrónico, a lo largo de 6 meses se le han hecho mejoras, para el beneficio del mismo, gracias a la supervisión y ejecución de diferentes alumnos.

5.3 Funcionamiento del Software

El Software educativo funciona como apoyo para la Enseñanza de la Probabilidad y Estadística a Nivel Superior el cual propone abordar los temas de la asignatura de Probabilidad y Estadística.

El Libro Electrónico se presenta por medio de un CD el cual contiene todas las indicaciones y especificaciones para el mayor aprovechamiento de este.

Para poder utilizar el software educativo se siguen los siguientes pasos:

1.-Introduce el disco en la unidad de CD-ROM.

El disco automáticamente se activa y muestra una ventana de bienvenida como se ve en la figura 1. Posteriormente aparece el Menú Principal (ver figura 2), en el cual encontraremos:

- El manual de uso: aquí encontraras toda la información necesaria de cómo usar el libro electrónico educativo.
- Libro electrónico: Aquí se encuentra el software Educativo para la enseñanza de probabilidad y estadísticas a nivel superior.
- Herramientas de diseño: Aquí se encuentra concentrada toda la información técnica del software



Figura 1. Entrada al Software Educativo



Figura 2. Menú principal

2. El software educativo se encuentra en un ambiente HTML, así que puede ser visto desde cualquier explorador web con que cuente el alumno.

Al darle clic en el botón entrar, se muestra la pantalla principal con todos los módulos contenidos en el libro.

En la figura 3 se encuentra el menú el cual contiene cada uno de los aspectos básicos del curso de Probabilidad y estadística. Las primeras opciones (que se muestran con color marrón) son elementos complementarios al curso. En la pantalla principal también se puede acceder a las unidades en las cuales se divide el temario de Probabilidad y Estadística. (Ver figura 4).

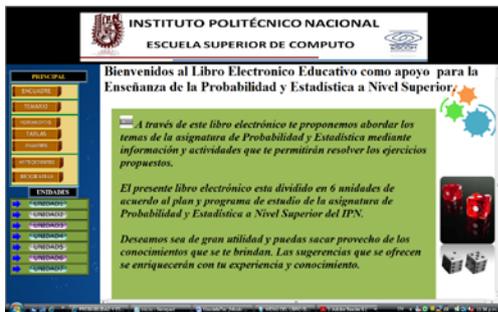


Figura 3 y 4. Ejemplo de pantallas para acceder a los temas

Al darle doble clic al botón de alguna unidad, el alumno será re-

direccionado a los temas que se ven en ésta, y podrá ir navegando en cada uno de ellos sin problema.

Cada Unidad consta de teoría, ejemplos y ejercicios propuestos, ver figuras 5 y 6, con los cuales el alumno podrá aprovechar el curso y valorar los conocimientos adquiridos con este libro educativo.

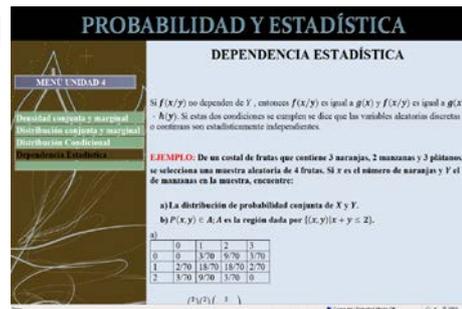


Figura 5. Pantalla como ejemplo que contiene ejercicios

Figura 6. Ejemplo de actividad

5.4 Ensayo del Software

Tomando como factor para comprobar la efectividad de la creación del software educativo, se realizó un piloteo con 5 alumnos de tercer semestre de la Escuela Superior de Cómputo, a los cuales se les proporcionó una copia de evaluación del software durante todo el semestre que cursaron la materia de probabilidad y estadística.

Posteriormente el libro electrónico de probabilidad y estadística fue empleado con un grupo de 35 estudiantes durante el semestre del ciclo escolar 2008-2009/2 de la siguiente manera.

La Unidad temática de Probabilidad y Estadística está conformada por 7 unidades.

Aquí se muestra cómo se trabajó la unidad 1.

Al estudiante se le plantea el problema que dio origen a la probabilidad y para que desarrolle la competencia de razonar y resolver el problema se le pide que revise la parte de video que viene en el libro electrónico, que es un fragmento de la película cinematográfica denominada “21”, se le formulan preguntas para ayudarlo a resolver la situación.

Una vez que logra razonar lo que revisó en la película, y lo comunica a sus compañeros entonces se le pide resolver el problema planteado en un inicio. Cuando logra resolver este problema el estudiante puede avanzar en los siguientes temas de la unidad 1.

Para trabajar los problemas de combinaciones y permutaciones hay una herramienta llamada diagrama de árbol, el estudiante puede hacer uso de ésta. Los problemas cambian de valores de manera aleatoria para que no se convierta en algo mecánico al aprenderse de memoria la respuesta correcta.

Aparecen simulaciones para ayudar al estudiante a comprender la resolución de algunos problemas que se plantean.

Resultados y Conclusiones

Los primeros resultados arrojados fueron que los alumnos encontraron una manera más fácil y viable de checar alguna duda que tuvieran sobre algún tema o fórmula en específico.

Debido a que cada unidad temática traía consigo ejemplos y ejercicios, los alumnos podían ver la solución de distintos problemas y resolver alguno de los propuestos.

Mostraron mejores resultados tanto en clase como en calificaciones y esto debido a que el Software Educativo también cuenta con un apartado de exámenes por unidad, así que los estudiantes realizaron pequeños cuestionarios acerca de los temas aprendidos por unidad.

Finalmente los estudiantes externaron su agrado al software, al revisar el apartado de extras donde se encontraban todas las tablas de distribuciones de probabilidad necesarias durante todo el curso.

El software educativo por su diseño permite al estudiante realizar experimentos que en físico consume mucho tiempo y/o algunas veces no son factibles de realizarse en el salón de clases, como el lanzamiento de dados arriba de 100 veces, o el lanzamiento de una pelota a una canasta, por ello el empleo de simulaciones permite al estudiante efectuar esos experimentos y poder resolver las situaciones que se presenten.

También el software tiene programas para la obtención de distintas distribuciones de probabilidad que se requirieren al resolver un problema.

El software educativo es de gran utilidad como apoyo para que el estudiante logre desarrollar competencias que en lápiz y papel llevan más tiempo.

Agradecimientos

La autora agradece el patrocinio otorgado por la Comisión y Fomento a las Actividades Académicas [COFAA-IPN] para realizar y presentar este artículo.

La investigación con número de registro 20090330 ha sido apoyada por la SIP del IPN. También agradece a sus tres estudiantes PIFI.

Referencias

- [1] OCDE (2004). Learning for tomorrow's world: First results from PISA 2003. Paris: OCDE.
- [2] Rico, L. (2005). La alfabetización matemática y el Proyecto PISA de la OCDE. *Padres y Madres de Alumnos. Revista de la CEAPA*, 82, 7-13.
- [3] Villa, A., Poblete, A (2007). *Aprendizaje basado en competencias una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*. Universidad de Deusto. Bilbao, España, p.p 59-60, 139-145, 167-177.
- [4] Sánchez s., Fortes, i. (2008). De la enseñanza al aprendizaje por competencia. Una experiencia en Matemáticas para la Ingeniería. *Actas del V Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación*. Lérida.
- [5] UD. (2001). *Marco Pedagógico UD. Bilbao: UD*
- [6] Ruiz, E. F. (2007). Estudio sobre las Nociones Básicas de Probabilidad con estudiantes de Nivel Medio Superior. *Segundo Foro de Investigación Educativa. Fomento a la Investigación Educativa.* Enero 2007. CFIE. México, D.F. IEEE Criteria for Class IE Electric Systems (Standards style), IEEE Standard 308, 1969.
- [7] Ruiz E. F. (2009) Proyecto de Investigación Métodos que evalúan competencias matemáticas en ingenierías y áreas afines. Registrado en la SIP con el número 20090330.
- [8] Ruiz, e. F. (2008). Apuntes de Probabilidad y Estadística.

Pruebas de un Algoritmo de Compresión Fractal basado en Quadtree para Imagen

Jesús Yaljá Montiel Pérez; Rodolfo Romero Herrera, José Luis López Bonilla.

Escuela Superior de Cómputo del IPN
Av. Juan de Dios Bátiz S/N Miguel Othón de Mendizábal Col.
Lindavista Del. G. A. Madero. México DF. CP 07738
yalja@ipn.mx, rromeroh@ipn.mx; jlopezb@ipn.mx

Resumen: En el presente artículo se describe una técnica de compresión fractal basada en quadtree, así como pruebas fundamentales de calidad de una imagen comprendida con una razón de 1:60.

Palabras clave: Compresión fractal de imágenes, compresión de imágenes, quadtree.

Introducción

Actualmente, los algoritmos de compresión de imágenes y video son un problema abierto. La compresión de imagen es necesaria por cuestiones de espacio físico, y transferencia remota tanto en los sistemas de cómputo como en los dispositivos móviles que poseen bajos recursos en hardware.

Para el caso de las imágenes se usan formatos con compresión JPG, GIF y PNG, entre otros. El JPG tiene una razón de compresiones de hasta 1:20 con pérdidas de información y por tanto pérdidas de la calidad de la imagen. Los formatos GIF y PNG no tienen pérdidas en las imágenes y su compresión es limitada pero adecuados para imágenes con un pequeño número de colores [1].

Una posibilidad factible de compresión de imágenes es la que se basa en la teoría de los fractales, como la de sistemas de funciones iteradas (IFS). Este tipo de algoritmo tiene una razón de proporción de hasta 1:10000 pero tiene la necesidad de que el usuario a su criterio decida valores diferentes de parámetros de una imagen a otra [2]. Existe un algoritmo totalmente automático de compresión y que se basa en la auto-similitud de los elementos de una imagen con una razón de compresión cercana a 1:60, [3].

La investigación después de los algoritmos de auto-similitud se ha enfocado principalmente en los siguientes aspectos [4]:

- Reducción de los tiempos de búsqueda de dominios. Ésta es una de las áreas más investigadas en la compresión fractal, ya que es la que es más intensiva computacionalmente. Entre las investigaciones que se ha desarrollado se encuentran la búsqueda de dominios por el vecino más cercano, la búsqueda en varias dimensiones del vecino más cercano, el descarte de dominios por medio de los valores de varianza, e incluso se ha propuesto el uso de redes neuronales para la clasificación de los dominios.

- Partición de rangos. Dado que la compresión fractal utiliza la información de los rangos para la búsqueda de los dominios, se han propuesto varios esquemas de partición, entre los más conocidos se encuentra el quadtree y el HV, sin embargo existen otros métodos como son la partición binaria, la partición adaptativa, la partición por triángulos, etc.

- Mejoramiento de la calidad de imagen y reducción de tamaño de la imagen compresada. Todos los métodos buscan de forma directa o indirecta el mejoramiento de la calidad y la disminución del tamaño de la imagen compresada, ya que es en sí son una medida de la calidad del método que se está investigando.

El presente trabajo trata los resultados de un algoritmo fractal de compresión de imagen basado en quadtree y auto-similitudes. Se analizan los resultados para diferentes tipos de imagen con características generales.

Implementación de compresor de imagen

El algoritmo de compresión de imágenes que utiliza quadtree consiste básicamente en que a una imagen se le particiona en cuadros o rangos y se buscan similitudes de formas básicas, si no se encuentran se realizan transformaciones de cada cuadro, si no se encuentran similitudes, cada cuadro se particiona nuevamente en cuadros de la mitad de tamaño que los originales y se vuelven a buscar similitudes en todos los cuadros resultantes [5, 6, 7]. Este proceso básico de búsqueda de similitudes se realiza recursivamente. La información de similitudes o dominios se almacena y se dice que una forma de la imagen se repite un número de veces, en posiciones específicas de la imagen y con transformaciones específicas y esta información es la que se almacena en el archivo comprimido, Figura 1.

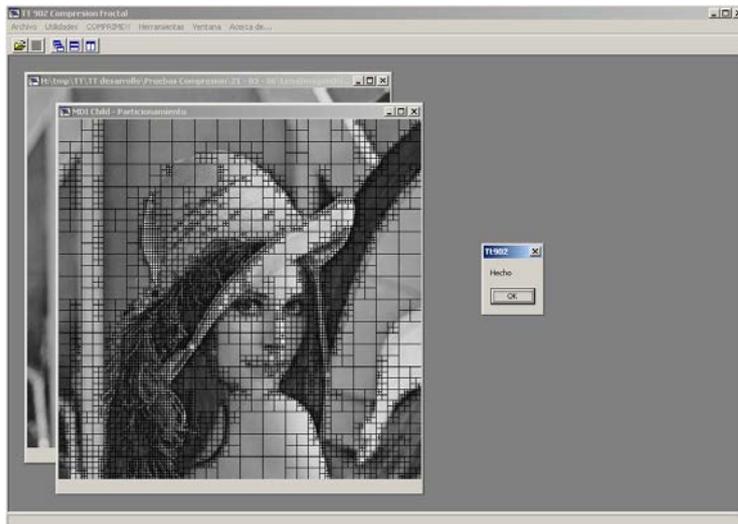


Figura 1. Imagen Lena donde se aplica las particiones o rangos con quadtree.

En la Figura 2 se muestra el diagrama de casos de uso para la compresión de una imagen. El diagrama de estados del caso de uso compresión consta de cuatro estados, los cuales son:

Estado Compresión. Este estado es el que inicia el proceso de compresión de imágenes, su único objetivo es el cargar la imagen y el inicio de la compresión en sí.

Estado Partición de Rangos. Este estado tiene como función el particionamiento de la imagen y el llamado de la función de búsqueda de dominios, cuando haya terminado de particionar la imagen procederá al estado de guardado de la imagen.

Estado Búsqueda de Dominios: Este estado es el que se encargará de la búsqueda de dominio y de la obtención de la información del IFS, regresa al estado de particionamiento de rangos cuando encuentra un dominio viable.

Estado de Guardado de Imagen: Este estado es el que se encarga del guardado de la información al archivo.



Figura 2. Diagrama de estados de caso de uso de la compresión de una imagen.

Para encontrar las similitudes o dominios en las secciones de cuadros o rangos es necesario que se realicen transformaciones contractiva de rotación, de escalamiento, y de translación. La expresión básica de estas transformaciones es [8]:

$$w \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} \quad (1)$$

donde w es la transformación en una imagen; x, y son las coordenadas de cada pixel en una imagen, $a, b, c,$ y $d,$ son los valores para realizar una transformación determinada; $e, f,$ son los valores para desplazamientos en los ejes x y y respectivamente. Con valores de

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S & 0 \\ 0 & S \end{pmatrix}$$

donde S es un número real, la imagen original se escalará, reduciéndose en tamaño o aumentando su tamaño.

Para realizar una rotación se utilizan los valores de

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

donde θ es el ángulo de rotación de la imagen.

Para una transformación contractiva se utiliza

$$w \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = S \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + S \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} \quad (2)$$

donde S es un número real de escalamiento.

En la Figura 3 se muestra el diagrama de estados de uso de la descompresión que consta de tres estados:

Estado de descompresión. Este estado se encarga de la lectura del archivo y del guardado de los coeficientes de las transformaciones de dominios, después de haber guardado todas las transformaciones a memoria pasará al estado de Realizando Descompresión.

Estado Ejecutando Descompresión. Este estado efectuará las iteraciones de las transformaciones, cada transformación es un punto fijo con la cual se reconstruye la imagen.

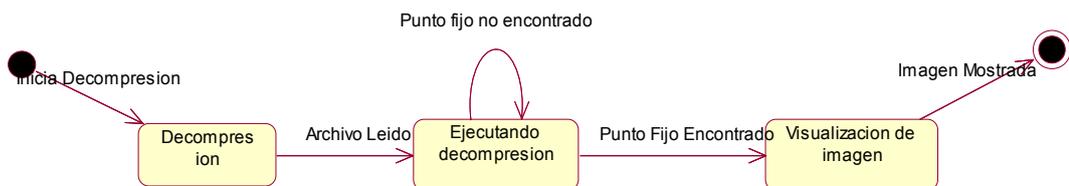


Figura 3. Diagrama de estados de uso de la descompresión de una imagen.

Con el software implementado se realizan pruebas de compresión a diferentes razones evaluando sus características y ventajas.

Pruebas y resultados

Las pruebas realizadas con el algoritmo de compresión fractal se hacen con imágenes de 512X512 pixeles en formato BMP en escala de grises con 255 niveles. Para cada imagen se realizan diferentes razones de compresión y se mide la calidad de la imagen comprimida con respecto a la imagen original.

La calidad de la imagen compresada se mide con el Peak toSignalNoise Ratio (PSNR) dado en decibel [9]:

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} \|I(i,j) - K(i,j)\|^2 \quad (3)$$

y,

$$PSNR = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{MAX}{\sqrt{MSE}} \right) \quad (4)$$

donde $I(i,j)$ es el pixel $i-j$ de la imagen original, $K(i,j)$ es el pixel $i-j$ de la imagen compresada, M, N son las dimensiones de la imagen, MSE es el error cuadrático medio de dos imágenes, y MAX es el valor máximo de la escala de grises de un pixel, para una escala de grises es el valor de 255.

La imagen original Lena se muestra en la Figura 4.



Figura 4 Imagen original Lena en escala de grises y tamaño de 512X512 píxeles.

El algoritmo de compresión busca similitudes de dominios como se muestra en la Figura 5, estas similitudes pueden ser a un máximo detalle que es a nivel de 2X2 píxeles o en el caso mínimo de 256X256 píxeles.

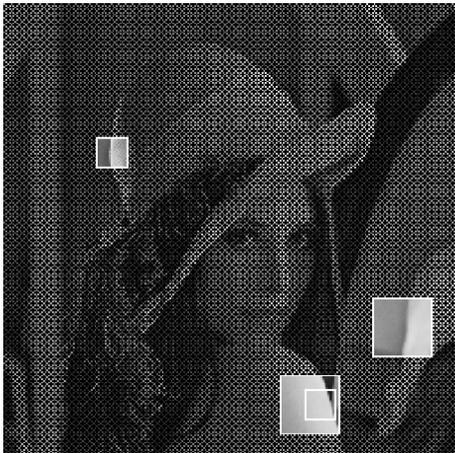


Figura 5 Imagen de Lena donde se resaltan las similitudes o dominios que se buscan para la compresión de la imagen en diferentes transformaciones.

En la Figura 6 se muestran las imágenes con la partición máxima para la imagen original Lena y la imagen descomprimida de esta. Las particiones se realizan hasta el límite posible que depende del tamaño de la imagen, en este caso se encuentran todos los dominios posibles de la imagen original. La mínima calidad para la imagen descomprimida se muestra en la Figura 7, donde en a) se muestra las particiones únicamente para las zonas donde existen variaciones de valores en los píxeles, y consecuentemente la imagen descomprimida presenta considerables pérdidas de información y que se refleja en su calidad.



Figura 6. Imagen Lena con máxima calidad PSNR de 35.18dB y con razón de compresión de 1:14. a) máxima partición en la búsqueda de dominios y b) imagen Lena descomprimida.

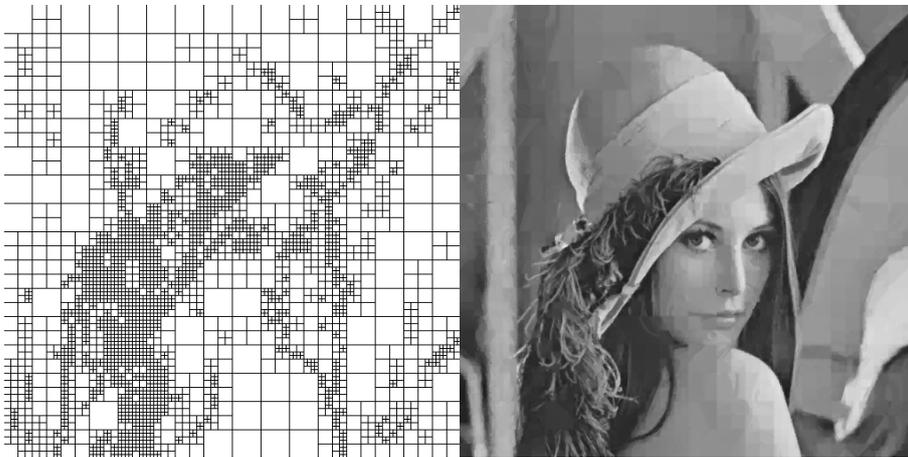


Figura 7 Imagen Lena con mínima calidad PSNR de 30.48dB y con razón de compresión de 1:61. a) mínima partición en la búsqueda de dominios y b) imagen Lena descomprimida.

En la gráfica de la Figura 8 se muestra la relación que existe entre la calidad de la imagen PSNR con respecto a la razón de compresión para el algoritmo de compresión basado en quadtree de la imagen Lena y también se incluye la compresión en un formato JPG. La imagen original contiene zonas donde no hay variación de valores en los pixeles y zonas con una gran cantidad de información de elementos como son las plumas del sombrero y pelo de la modelo.

La figura 9 muestra un aumento en la zona derecha superior del sombrero de la imagen Lena. A) muestra la descompresión de la imagen la cual fue construida a partir de dominios comunes en la imagen y b) la imagen original en formato BMP.

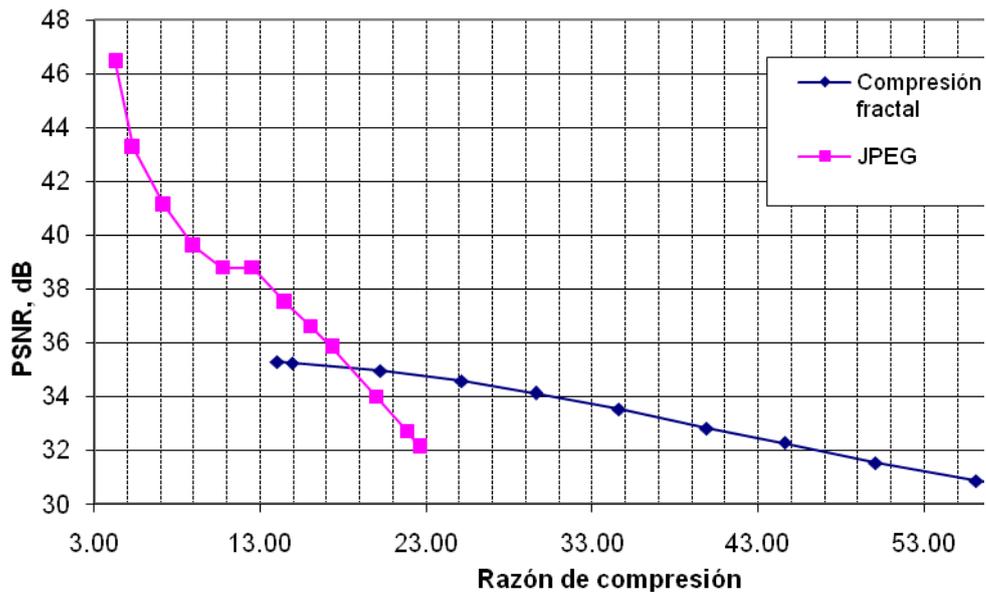


Figura 8. Calidad de la imagen Lena a diferentes razones de compresión.

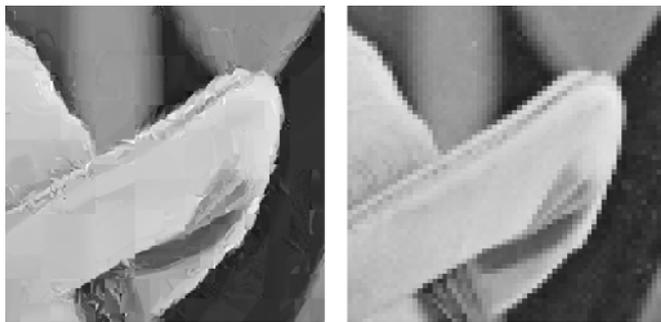


Figura 9. Acercamiento de la imagen Lena. a) acercamiento de la imagen descomprimida reconstruida a partir de dominios comunes en la imagen, y b) acercamiento de la imagen original Lena.

Una segunda prueba es con la imagen Barco en escala de grises con un tamaño de 512X512 píxeles, y en la Figura 10a se muestra. Esta imagen presenta una mayor cantidad de elementos y detalles que con la imagen Lena. La figura 10b se muestra la máxima compresión en la cual se pierden detalles y calidad de la imagen.

En la Figura 11 se muestra la gráfica de calidad de la imagen con respecto a razón de compresión, tanto para una compresión fractal como para la compresión del formato JPG.

Tanto para la Figura 8 como para la 11 se observa que el formato JPG posee una mayor calidad de imagen compresada, pero una menor razón de compresión con respecto a la compresión fractal. Por otro lado, para ambas Figuras, la razón mínima para la compresión fractal está en el intervalo para una calidad adecuada de imagen.



a) b)
 Figura 10. Imagen Bote, a) imagen original y b) imagen con máxima compresión.

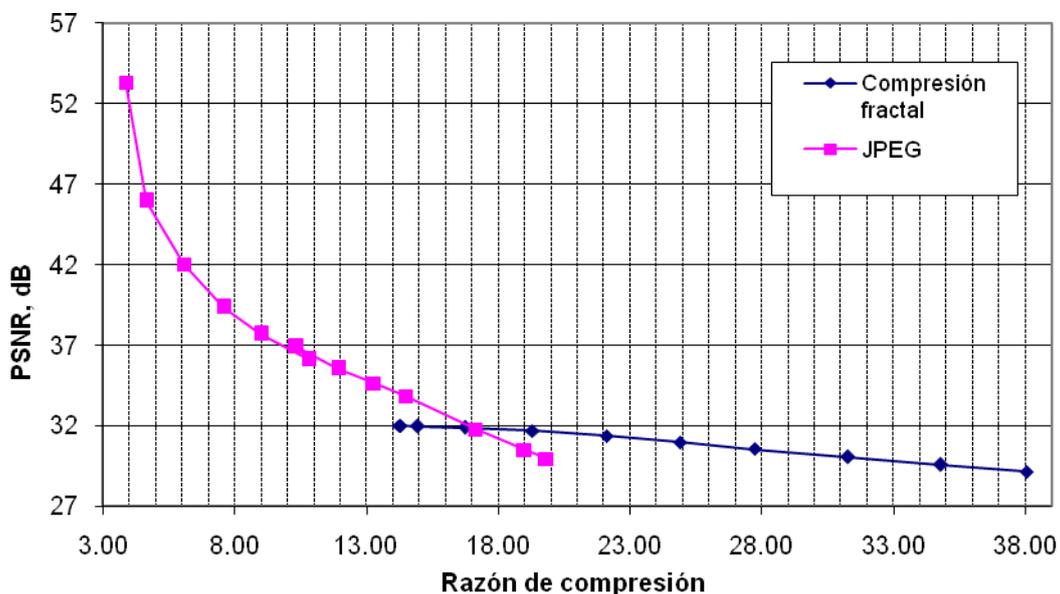


Figura 11. Calidad de la imagen Bote a diferentes razones de compresión.

Conclusiones

Los datos obtenidos de las pruebas realizadas a la compresión fractal muestran un desempeño pobre en lo que se refiere a calidad de la imagen, pero un desempeño excelente en cuanto a la compresión, ya que supera al estándar JPG. Las medidas del PSNR para la compresión fractal están dentro del intervalo aceptable para una imagen, entonces este tipo de compresión puede ser utilizado para cuando se tienen aplicaciones que se requieran archivos de imagen pequeños, como lo puede ser en las aplicaciones con dispositivos móviles.

La razón de compresión fractal de una imagen depende de las características de esta, si la imagen contiene una gran cantidad de elementos y detalles, el algoritmo puede particionarla hasta el máximo posible y esto resulta en una alta calidad de la imagen.

La imagen recuperada de la compresión fractal no se pixela al realizarle acercamientos, esto debido a que la reconstrucción se realiza con dominios de la imagen.

Las pruebas fueron realizadas con imágenes en escala de grises y para imágenes a color es el mismo procedimiento pero para cada canal del modelo de color.

Referencias

- [1] Murray JD, van Ryper W. Encyclopedia of Graphics File Formats; 2nd ed. O'Reilly & Associates Inc. 1996
- [2] W. Metzler; "Image compression predicated on recurrent iterated function Systems; 2nd International Conference on Mathematics & Statistics", June, 2008, Athens, Greece
- [3] Utku Salihoglu; Chaos in small Recurrent Neural Networks : theoretical and practical Studies; UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES FACULTÉ DES SCIENCES D'ÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE; Tesis, 2004.
- [4] Lih-Yang Wang; Ching-Hui Lai; Kuan-Ren Pan; Quad-tree-based image shape coding with block compensation; Information Technology and Applications, 2005. ICITA 2005. Third International Conference on Volume 1, Issue , 4-7 July 2005 Page(s): 716 - 719 vol.1
- [5] Eli Shusterman and Meir Feder; Image Compression via Improved Quadtree Decomposition Algorithms; IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 3, NO. 2, MARCH 1994.
- [6] Yuval Fisher Editor; "Fractal Image Compression: Theory and application"; Springer-Verlag 1995.
- [7] Ghim-Hwee Ong, Chorng-Meng Chew, Yi Cao; "A simple Partitioning Approach to fractal Image Compression", 2001.
- [8] Unser, M. Neimark, M.A. Lee, C.; Affine transformations of images: a least squares formulation; Image Processing, 1994. Proceedings. ICIP-94., IEEE International Conference; 13-16 Nov 1994; Volume: 3, On page(s): 558-561 vol.3.
- [9] Linfeng Guo; PSNR-BASED OPTIMIZATION OF JPEG BASELINE COMPRESSION ON COLOR IMAGES; IEEE ICIP 2006.

Modelo Genérico para la Adquisición de la Tecnología de Información

Pedro F. Solares Soto

Universidad Iberoamericana Campus Ciudad de México, Prolongación Paseo de la Reforma 880, Lomas de Santa Fe, México, D.F., 01219. México
pedro.solares@uia.mx,
5559504000 ext. 4720

Resumen. El marco de referencia en el mundo empresarial para generar una ventaja competitiva sustentable es la adquisición y uso adecuado de las Tecnologías de Información (TI) [4], en donde está es un elemento que constituye actualmente una herramienta básica para decidir y actuar en el ámbito económico. No obstante, que existe un consenso en que la Tecnología de Información (TI) es un factor determinante para generar oportunidades de negocio, desafortunadamente son escasas las empresas que hacen una buena decisión en la compra y uso adecuado de éstas [1].

El Modelo Genérico para la Adquisición de la Tecnología de Información (MGATI) (figura no. 1) es una propuesta para apoyar a los involucrados en la decisión de invertir en TI. El objetivo es tener una herramienta que sea una guía para evaluar diversas opciones para adquirir plataformas tecnológicas, el modelo también se recomienda utilizarlo en la evaluación de Tecnología de Información ya existente en las organizaciones.

1 Introducción

La tecnología está cambiando la manera de hacer negocios, las empresas invierten una mayor cantidad de recursos financieros y humanos en Tecnologías de Información cada año. Las adquisiciones corporativas tienen un mayor énfasis en TI que en épocas pasadas, especialmente desde que la tecnología empezó a estar más involucrada con la estrategia de negocio [3]. La actual coyuntura del mercado ha provocado que cada vez tenga relevancia los criterios financieros y de retorno de la inversión sobre los aspectos técnicos.

2 Las estructuras del MGATI

El MGATI está integrado por tres estructuras, la primera es la de los Procesos de Negocios, la segunda de los Elementos de Evaluación y la tercera de las Técnicas y Métodos Cualitativos y Cuantitativos.

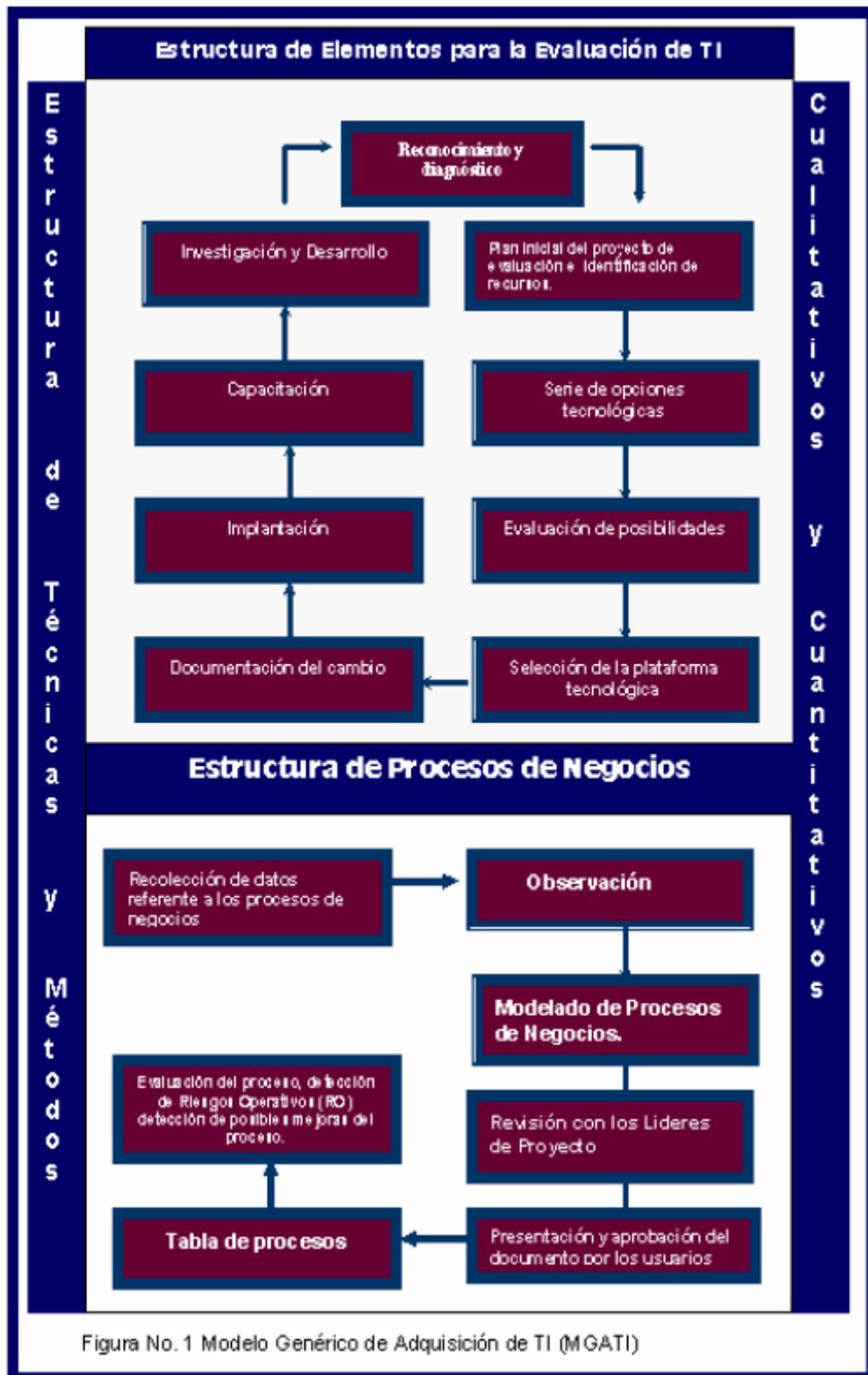
Los Procesos de Negocios (primera estructura) es la base del modelo al analizar como los procesos de la empresa están alineados a la estrategia de TI, los elementos para la evaluación de la adquisición de las plataformas tecnológicas segunda estructura) son para determinar la viabilidad de la compra de la TI y las herramientas para realizar las evaluaciones es mediante técnicas y métodos cualitativos y cuantitativos (tercera estructura).

La estructura de Procesos de Negocios (segunda estructura) se basa en varias metodologías y/o modelos, algunos de ellos son: el Balance Scorecard de Kaplan Robert S. Y Norton David P. (2001), el de Luftman, y Brier, R. (1999), así como principalmente el modelado del Dr. Alfonso Miguel Reyes, aplicado en un proyecto de desarrollo tecnológico en el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). Existen soluciones (software) para modelar los procesos de negocios algunos de ellos son: Motor de Procesos de Negocios (BPM) de Technology for Solutions, el modelado empresarial Architect Systems de Popkin Software. Gestor de Procesos de Negocios de Captaris Workflow. Gestión de Procesos de Negocio de Savvion BusinessManager. Verity LiquidOffice de Infoviews, Gestión por Procesos (BPMS) de AuraPortal. Se recomienda para conseguir más beneficios en las empresas la combinación de los principios de la gestión

de procesos de negocios (BPM) con la flexibilidad que ofrece la Arquitectura Orientada a Procesos (SOA) y mejorar sus niveles de innovación y calidad de funcionamiento. Algunas de las aplicaciones (software) de SOA son: IBM WebSphere Enterprise Service Bus (ESB) de IBM , ActiveMatrix de TIBCO , Sun Java Composite Application Platform Suite (Java CAPS) de Sun Microsystems , entre otros. Los elementos de software de SOA tales como los cuadros de mando empresariales, los repositorios de servicios, las herramientas y los motores de reglas, mejoran los procesos. Pero, por supuesto, el software por sí solo no es suficiente; la experiencia en la gestión BPM es igual de importante.

La estructura de Elementos de Evaluación (tercera estructura) se basa en un trabajo de opción terminal de la maestría en sistemas de la Universidad Iberoamericana (UIA) elaborado conjuntamente con el Dr. Héctor M. Fragoso Trejo que se aplicó a un caso práctico de una Universidad Pública. El procedimiento para evaluar tecnología, es un aspecto crítico para el proceso de toma de decisiones de los involucrados en adquirir TI[7]. Por las características de los recursos informáticos, que se encuentran en una constante evolución; no solamente son importantes las especificaciones técnicas de las plataformas tecnológicas, también es fundamental la documentación ejecutiva en que se basa la decisión de la evaluación. También se recomienda utilizar soluciones (software) como el Enterprise Transformation, la solución Unicenter Service Management de Computer Associates (CA) . DataCycle Scorecard de Apesoft , Crystal Xcelsius de Business Objects, Smile Balanced Scorecard.

La estructura de Técnicas y Métodos Cualitativos y Cuantitativos (cuarta estructura) la base de esta estructura son las metodologías y herramientas del área de inversión financiera y administración de proyectos. Las técnicas que se recomiendan para evaluar los beneficios tangibles de la TI son: Retorno de la Inversión (ROI), Análisis Costo-Beneficio (CBA), Retorno Administrativo (ROM) y Economía de la Información (IE), las técnicas para evaluar los beneficios intangibles de la TI son: Método Multi-Objetivos Multi-Criterios(MOMA), Análisis de Valor (VA), Factores Críticos de Éxito (CSF), la modelación del problema mediante SEM (Structural Equations Model) así como el Modelo de Análisis de las Variables implicadas en la Tecnología de Información del Dr. Pedro Flores Jiménez (Tesis doctoral del ITESM) que evalúa beneficios tangibles e intangibles. La figura No. 1 se presentan las estructuras del MGATI.



3 Conclusiones

La aplicación de MGATI no solamente es para seleccionar la adquisición de TI, también se recomienda utilizarlo para evaluar tecnología ya adquirida y sus beneficios adecuando la segunda estructura de los elementos de evaluación al tipo de necesidades. Los resultados que genera el Modelo Genérico son el alineamiento de los procesos de negocio y los de tecnología, así como la documentación ejecutiva para la toma de decisiones, que ha sido a través de los años más compleja por la diversidad de factores que intervienen. También se recomiendan una serie de soluciones (software) empresariales que son de apoyo para las estructuras del modelo.

Referencias

1. Clempner, Kerik Julio y Agustín Gutiérrez Tornés (2006). Planeación Estratégica de Tecnología de Información en Entornos Dinámicos e Inciertos. [En línea]. Disponible: <http://www.infoeconomicas.com.ar/PETI.htm>
2. García, Ludy (2006) Generar valor desde la tecnología. [En línea]. Disponible: http://www.microsoft.com/spain/enterprise/perspectivas/numero_5/estrategia.mspx
3. Gitman, Lawrence J. y Joehnk, Michael D. (2005). Fundamentos de inversiones. España: Editorial, Pearson Alhambra
4. Gómez, A. y Suárez, C. (2006). Sistemas de Información. Herramientas prácticas para la gestión empresarial. España: Editorial Ra-Ma 2ª Edición
5. Lutchen, Mark (2005). Dirigiendo las TI como un negocio, Guía práctica para directivos. España: Editorial, McGraw Hill Interamericana.
6. Mehdi Khosrow-Pour, D.B.A (2006). Cases on Information Technology and Business Process Reengineering. U.S.A.: Editorial, IRM Press.
7. Ochoa, José y Sotillos Luís (2004). 101 Claves de Tecnología de Información para Directivos. España: Editorial, Pearson Prentice Hall.

CLOSED FORM EQUATIONS FOR LOW ORDER WAVELET FIR FILTERS

Alfonso Fernandez-Vazquez

Escuela Superior de Cómputo
 Instituto Politécnico Nacional
 Av. Juan de Dios Bátiz S/N Miguel Othón de Mendizabal
 Col. Lindavista, Del. Gustavo A. Madero
 Mexico, DF, 07738.

afernan@ieee.org

Abstract

This paper presents closed form equations for wavelet FIR (Finite Impulse Response) filters. We first show that the support of the FIR filter is the same as the corresponding wavelet function. The closed form equations are obtained by using a maximally flat auxiliary FIR filter. We only consider low order FIR filter for both orthogonal and biorthogonal cases.

1 Introduction

Wavelet theory is a unification theory of different ideas. For example, multiresolution signal processing used in computer vision, subband filtering techniques for speech, audio coding and image compression, and wavelet series expansions [1-4].

Most of the wavelet functions come from multirate filter banks for orthogonal case as well as biorthogonal case. In this way, the design of filter banks, which generate wavelet functions, have been proposed in the literature [2,5].

Figure 1 shows a multirate two band filter bank, where $h_0(n)$ and $h_1(n)$ are the analysis filter while $g_0(n)$ and $g_1(n)$ are the synthesis filters. Additionally, the signals $x(n)$ and $y(n)$ stand for the input and output of the system, respectively.

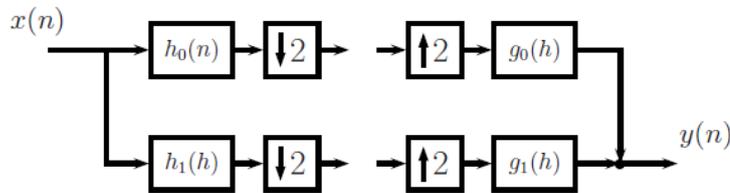


Figure 1: Multirate two band filter bank.

The corresponding z -transforms of $h_0(n)$, $h_1(n)$, $g_0(n)$ and $g_1(n)$ are denoted by $H_0(z)$, $H_1(z)$, $G_0(z)$ and $G_1(z)$.

To satisfy perfect reconstruction (PR) condition, i.e., $y(n) = x(n)$, the filters $H_0(z)$, $H_1(z)$, $G_0(z)$ and $G_1(z)$ are chosen properly, that is,

$$H_0(z)H_1(-z) + H_0(-z)H_1(z) = 1, \tag{1}$$

$$H_0(z)H_1(z) + H_0(-z)H_1(-z) = 0. \tag{2}$$

According to the multiresolution analysis, the two-scale relations are defined as follows

$$\phi(t) = \sqrt{2} \sum_n h_0(n) \phi(2t - n), \quad (3)$$

$$\psi(t) = \sqrt{2} \sum_n h_1(n) \phi(2t - n), \quad (4)$$

where $\phi(t)$ and $\psi(t)$ are, respectively, the scaling function and wavelet function. To obtain a bounded function $\phi(t)$, the filter $H_0(z)$ has as many zeros as possible at $z = -1$ [2].

Our goal in this paper is to introduce a closed form equations for low order Wavelet FIR filters $h_0(n)$ and $h_1(n)$. The approach is based on a maximally flat half band filter.

The rest of the paper is organized as follows. Section 2 demonstrates that FIR filters result in compact support wavelet. Closed form equations for low order wavelet FIR filter is discussed in Section 3.

2 Compact Support Wavelets

The case where $\phi(t)$ and $h(n)$ have compact support is very important in most applications. In this section, we show that FIR filters result in compact support wavelets.

Here we demonstrate that the supports of $\phi(t)$ and $h(n)$ are the same.

Suppose that the support of $\phi(t)$ and $h(n)$ are $[0, N - 1]$ and $[N_1, N_2]$, respectively. Now by using the two-scale difference equation, we have

$$\phi(t) = \sum_{n=N_1}^{N_2} h(n) \phi(2t - n), \quad (5)$$

where the support of the right hand side is $[N_1/2, (N - 1 + N_2)/2]$. Because the supports in both side of the equation must be the same, we arrive at $N_1 = 0$ and $N_2 = N$.

Consequently, the design of FIR filters gives compact support basis in the multiresolution analysis.

3 Orthogonal and Biorthogonal FIR Filters

The design of PR two channel filter banks is reduced to the design of a half-band filter $S(z)$ [4], where $S(z) = H_0(z)G_0(z)$. Since we are particularly interested in the orthogonal case and linear phase biorthogonal filters, the half band filter has linear phase property and its length is $4k + 3$, for k an integer [4].

Now consider the filter $S(z)$ defined as,

$$S(z) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sum_{m=0}^k s_m (z^{2m+1} + z^{-2m-1}) \quad (6)$$

The following transformation help us in the factorization of $H_0(z)$ and $F_0(z)$:

$$Z = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{z + z^{-1}}{2} \right). \quad (7)$$

Moreover, the half-band filter is now given by

$$S_z(Z) = 2 + \sum_{m=0}^{2k+1} q_m Z^m. \quad (8)$$

Note that a simple zero of $S_z(Z)$ at $Z = 1$ corresponds a double zero of $S(z)$ at $z = -1$.

3.1 Haar wavelets

The simple case is the Haar system and is obtained from $S_z(Z) = 2(1-Z)$. Consequently, the resulting half-band filter $S(z)$ has two zeros at $z = -1$ and $\phi(t)$ is discontinuous at $t = 0.5$.

To improve the Haar case, $S_z(z)$ must have as many zeros as possible.

3.2 Two zeros at $z = -1$

Suppose that we wish two zeros at $Z = 1$. Therefore, the filter $S_z(Z)$ becomes

$$S_z(Z) = 2(1-Z)^2(1+\alpha Z), \quad (9)$$

where α is a real constant. However to maintain PR condition, we have to ensure that all terms in even power of z are zero. Therefore, the value of α is 2 and the corresponding filter $S(z)$ is

$$S(z) = 2^{-5}(1+z^{-1})^2(1+z)^2(4-(z+z^{-1})). \quad (10)$$

Observe that the resulting filter $S(z)$ has four zeros at $z = -1$.

Now the problem is the selection of the filters $H_0(z)$ and $G_0(z)$. At first note that we can factorize $S_z(Z)$ in different ways. Particularly, the minimum phase and orthogonal filter is

$$H_0(z) = z^{-4}G_0(z^{-1}) = \frac{1+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}} + \frac{3+\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}z^{-1} + \frac{3-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}z^{-2} + \frac{1-\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}z^{-3}, \quad (11)$$

where the number of zeros of $H_0(z)$ at $z = -1$ is two. The resulting scaling function $\phi(t)$ and wavelet function $\psi(t)$ are called Db4 (due to the length of the filter is four and was designed by Daubechies [2]) and are illustrated in Fig. 2.

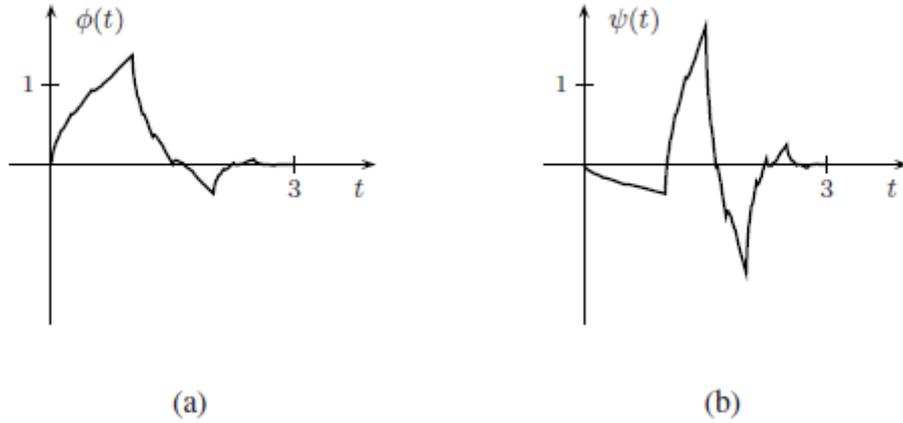


Figure 2: Scaling function and wavelet function Db4.

Another factorization is as follows

$$H_0(z) = \frac{1}{2\sqrt{2}}(1+z^{-1})^2, \quad (12)$$

$$G_0(z) = \frac{1}{4\sqrt{2}}(-1+2z^{-1}+6z^{-2}+2z^{-3}-z^{-4}). \quad (13)$$

In this case both filters have two zeros at $z = -1$. Moreover, $H_0(z)$ and $F_0(z)$ have linear phase. The set of filters is well known as *LeGall 3/5* [6]. The resulting wavelet functions are sketched in Fig. 3.

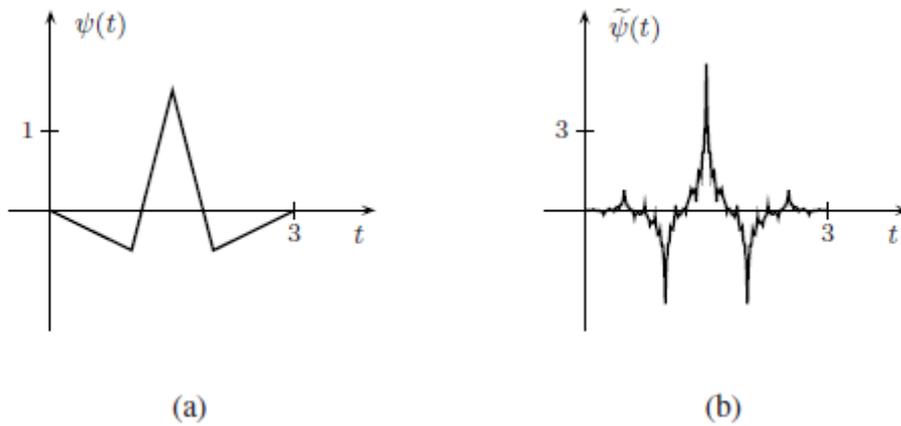


Figure 3: LeGall wavelet and dual wavelet functions.

Table 1 shows all the spectral factorization of (9), and illustrates the orthogonal case as well as the biorthogonal cases. All biorthogonal filters have linear phase.

$S_Z(Z)$	$2(1-Z)^2(1+2Z)$
Zeros of $S_Z(Z)$	$Z_{1,2} = 1$ and $Z_3 = -\frac{1}{2}$
$S(z)$	$2^{-4}(1+z^{-1})^2(1+z)^2(4-(z+z^{-1}))$

Zeros of $S(z)$	$z_{1,\dots,4} = -1$, $z_5 = 2 + \sqrt{3}$, and $z_6 = 2 - \sqrt{3}$
Daubechies filter Orthogonal	$H_0(z) = \frac{2^{-1}}{\sqrt{6 - \sqrt{2}}} (1 + z^{-1})^2 (1 - (2 - \sqrt{3})z^{-1})$
Symmetric filters Biorthogonal	$G_0(z) = \sqrt{2} 2^{k-5} z^{-1} (1 + z^{-1})^{4-k} (4 - (z + z^{-1}))$ $H_0(z) = \sqrt{2} 2^{-k} (1 + z^{-1})^k$, $k = 1, 2, 3$

Table 1: Espectral factorization of (9).

3.3 Three zeros at $z = -1$

3.4

Now, we consider the case where the filter $S_z(Z)$ has three zeros at $Z = 1$, that is,

$$S_z(Z) = 2(1 - Z)^3(1 + \alpha Z + \beta Z^2), \quad (14)$$

where α and β are real constants. To preserve the PR condition, the values of α and β are, respectively, 3 and 6.

From (14), it follows that

$$S(z) = 2^{-8}(1 + z^{-1})^3(1 + z)^3(38 - 18(z + z^{-1}) + 3(z^2 + z^{-2})). \quad (15)$$

Accordingly, the coefficients of the orthogonal filter Db6, which give a minimum phase filter, are given by

$$\begin{aligned} 16\sqrt{2}h_0(0) &= 1 + \sqrt{10} + \sqrt{5 + 2\sqrt{10}}, 16\sqrt{2}h_0(1) = 5 + \sqrt{10} + 3\sqrt{5 + 2\sqrt{10}}, \\ 16\sqrt{2}h_0(2) &= 10 - 2\sqrt{10} + 2\sqrt{5 + 2\sqrt{10}}, 16\sqrt{2}h_0(3) = 10 - 2\sqrt{10} - 2\sqrt{5 + 2\sqrt{10}}, \\ 16\sqrt{2}h_0(4) &= 5 + \sqrt{10} - 3\sqrt{5 + 2\sqrt{10}}, 16\sqrt{2}h_0(5) = 1 + \sqrt{10} - \sqrt{5 + 2\sqrt{10}}. \end{aligned} \quad (16)$$

The corresponding filter $H_0(z)$ is 3-regular and has six coefficients, justifying the name Db6. The scaling function and wavelet, obtained from the coefficients (16), are illustrated in Fig. 4.

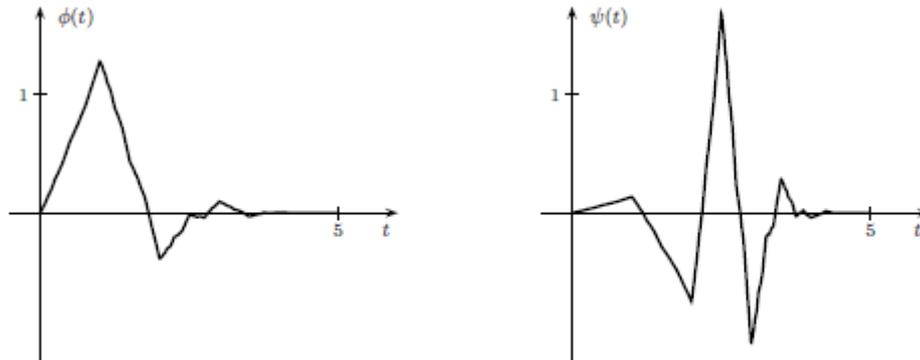


Figure 4: Scaling function and wavelet function Db6.

Table 2 shows the spectral factorizations of (14) for the orthogonal and biorthogonal case obtained from (14).

$S_Z(Z)$	$2(1-Z)^3(1+3Z+6Z^2)$
Zeros of $S_Z(Z)$	$Z_{1,\dots,3} = 1, Z_4 = Z_5^* = -\frac{1}{4} + j\frac{1}{4}\sqrt{\frac{5}{3}}$
$S(z)$	$2^{-8}(1+z^{-1})^3(1+z)^3(38-18(z+z^{-1})+3(z^2+z^{-2}))$
Zeros of $S(z)$	$z_{1,\dots,6} = -1,$ $z_7 = z_8^* = \frac{3}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{5}{3}}\left(\sqrt{\sqrt{\frac{32}{5}}+1} + j\left(\sqrt{\sqrt{\frac{32}{5}}-1}-1\right)\right)$ $z_9 = z_{10}^* = 1/z_7 = \frac{3}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{5}{3}}\left(\sqrt{\sqrt{\frac{32}{5}}+1} + j\left(\sqrt{\sqrt{\frac{32}{5}}-1}+1\right)\right)$
Orthogonal Daubechies filter	$H_0(z) = \frac{\sqrt{2}2^{-3}}{1+a_1+a_2}(1+z^{-1})^3(1+a_1z^{-1}+a_2z^{-2})$ $a_1 = \sqrt{\frac{5}{3}}\sqrt{\sqrt{\frac{32}{5}}+1}-3$ $a_2 = \frac{8}{3} + \frac{2}{3}\sqrt{10} - \frac{10^{1/4}}{3}\left(\sqrt{27+27\sqrt{\frac{5}{32}}} + \sqrt{5-5\sqrt{\frac{5}{32}}}\right)$
Biorthogonal symmetric filters	$G_0(z) = \sqrt{2}2^{k-9}z^{-2}(1+z^{-1})^{6-k}(38-18(z+z^{-1})+3(z^2+z^{-2}))$ $H_0(z) = \sqrt{2}2^{-k}(1+z^{-1})^k, \quad k = 1, \dots, 5$

Table 2: Spectral factorizations of (14).

3.5 Four zeros at $z = -1$

Finally, if we wish four zeros of $S(Z)$ at $Z = 1$, then the filter $S(Z)$ is given by

$$S(Z) = 2(1-Z)^4(1+\alpha Z + \beta Z^2 + \gamma Z^3), \quad (17)$$

where the values of the constants α , β , and γ are, respectively, 4, 10, and 20. Consequently, the following relation holds,

$$S(z) = 2^{-11}(1+z^{-1})^4(1+z)^4(208-131(z+z^{-1})+40(z^2+z^{-2})-5(z^3+z^{-3})) \quad (18)$$

Observe that $S(z)$ has eight zeros at $z = -1$. Besides the term $(1+z^{-1})^8$, $S(z)$ has a linear phase term, which gives six additional zeros; three zeros inside the unit circle and three outside the unit circle. This means that we can obtain two different orthogonal filters. The first one is a minimum phase filter or Db8 and the second one is a mixed phase filter, which is called *Symlet* filter [2].

Unfortunately, there are not available closed form equations to compute the filter coefficients in the orthogonal cases. Figures 5 illustrates the resulting scaling function and wavelet D8 along with scaling function and wavelet Symlet 8.

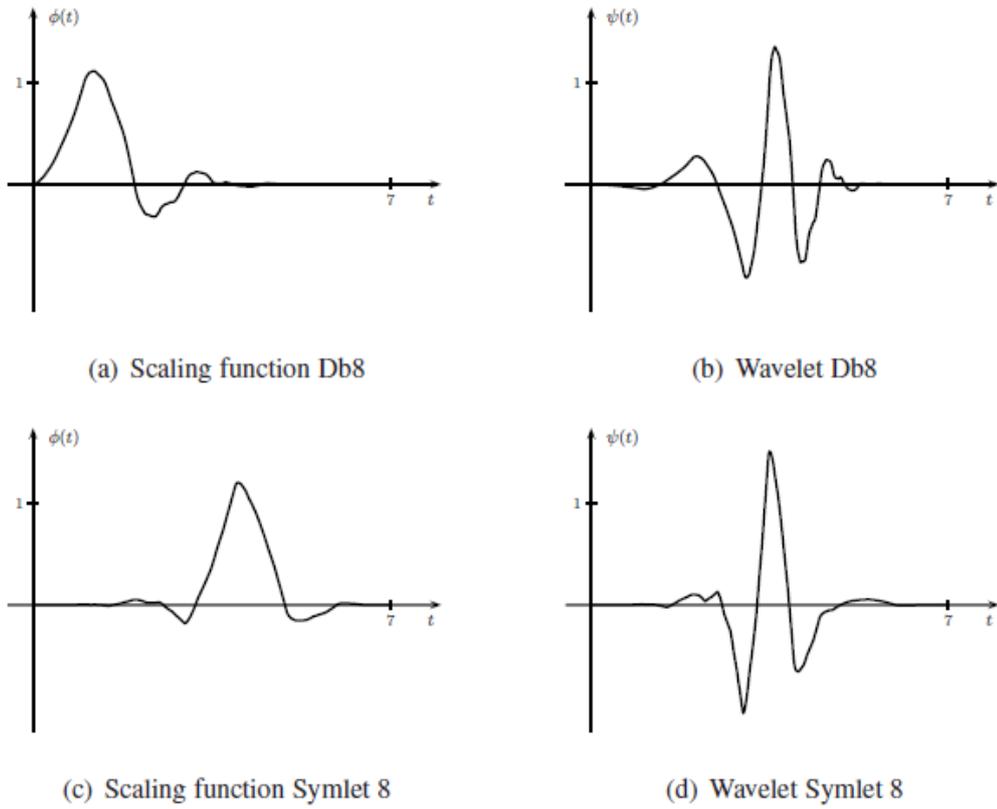


Figure 5: Scaling functions and wavelets Db8 and Symlet 8.

An interesting biorthogonal case is called *Daubechies 9/7*, where the corresponding filters $H_0(z)$ and $G_0(z)$ are given by [7]

$$H_0(z) = \frac{\sqrt{2}2^{-6}z^{-2}}{3-\rho+16/5\rho}(1+z^{-1})^4 \left(2 + \frac{64}{5\rho} - 2(4-\rho)(z+z^{-1}) + z^2 + z^{-2} \right). \quad (19)$$

$$G_0(z) = \frac{\sqrt{2}2^{-5}z^{-1}}{1-\rho}(1+z^{-1})^4(z+z^{-1}-2\rho), \quad (20)$$

where

$$\rho = \frac{4}{3} + \frac{1}{3} \sqrt[3]{\frac{7}{25} \left(\sqrt[3]{10+3\sqrt{15}} - \sqrt[3]{3\sqrt{15}-10} \right)} \quad (21)$$

Like the orthogonal case, these filters have 4 zeros at $z = -1$.²

The corresponding scaling functions and wavelets are sketched in Fig 6.

²Jpeg2000 has been approved as an international standard for the compression of still digital images. This new standard uses LeGall 5/3 as well as Daubechies 9/7 wavelet filters.

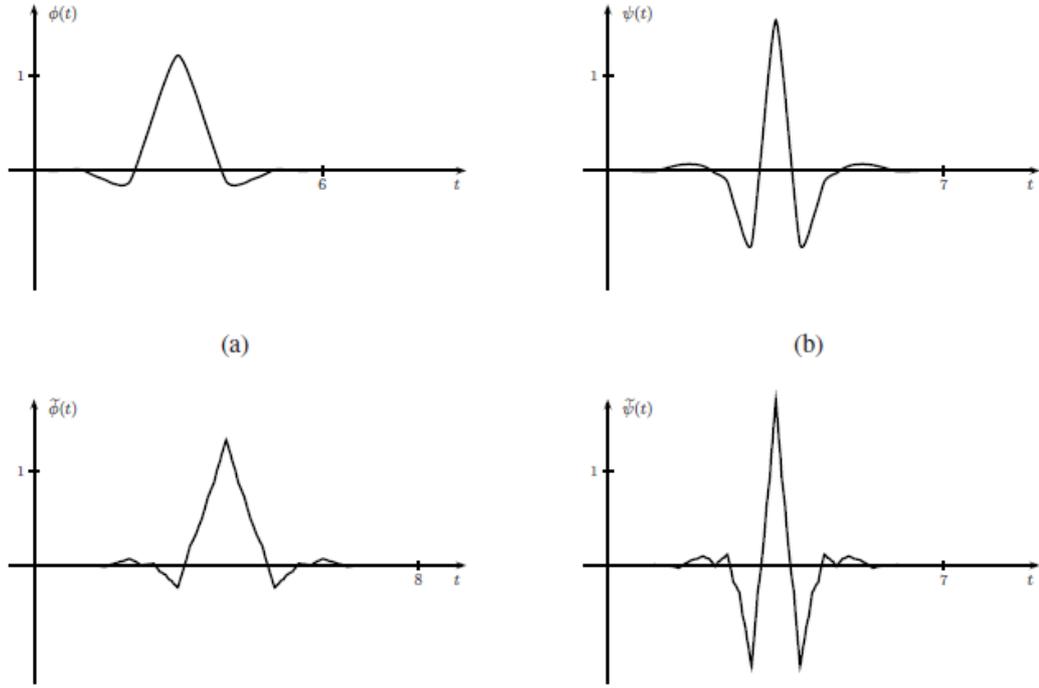


Figure 6: Daubechies 9/7 scaling functions and wavelets.

Table 3 shows others biorthogonal filters.

3.6 General case

In a similar way, we can obtain high order filters for both orthogonal (including minimum phase Daubechies filters and mixed phase Symlet filters³) and biorthogonal cases. The closed form equation for $S_Z(Z)$ is [8]

$S_Z(Z)$	$2(1-Z)^4(1+4Z+10Z^2+20Z^3)$
Zeros of $S_Z(Z)$	$Z_5 = (1-\rho)/2 = -\frac{1}{6} - \frac{1}{6} \sqrt[3]{\frac{7}{25} \left(\sqrt[3]{10+3\sqrt{15}} - \sqrt[3]{3\sqrt{15}-10} \right)}$ $Z_{1,\dots,4} = 1, Z_6 = Z_7^* = -\frac{1}{6} + \frac{1}{6} \sqrt[3]{\frac{7}{25} \left(e^{-j\pi/3} \sqrt[3]{10+3\sqrt{15}} - e^{j\pi/3} \sqrt[3]{3\sqrt{15}-10} \right)}$ $= \frac{1}{2}(\rho/2-1) - j \frac{1}{2} \sqrt{\frac{20\rho^2-51\rho+48}{20\rho}}$
$S(z)$	$2^{-11}(1+z^{-1})^4(1+z)^4(208-131(z+z^{-1})+40(z^2+z^{-2})-5(z^3+z^{-3}))$
Zeros of $S(z)$	$z_{9,10} = \rho \pm \sqrt{\rho^2-1}$ $z_{1,\dots,8} = -1, z_{11} = z_{12}^* = 1-2Z_2 + \sqrt{(1-2Z_2)^2-1}$ $z_{13} = z_{14}^* = 1-2Z_3 - \sqrt{(1-2Z_3)^2-1}$

³It is worthy to highlight that to obtain the orthogonal Symlet filter the zeros of $S(z)$ are selected such that the resulting filter $H_0(z)$ is nearly symmetric, justifying the name *Symlet*.

Biorthogonal symmetric filters, case I	$H_0(z) = \frac{\sqrt{2}2^{l-10}z^{-2}}{3-\rho+16/5\rho}(1+z^{-1})^{8-l}\left(2+\frac{64}{5\rho}-2(4-\rho)(z+z^{-1})+z^2+z^{-2}\right)$ $G_0(z) = \frac{\sqrt{2}2^{-l-1}z^{-1}}{1-\rho}(1+z^{-1})^l(z+z^{-1}-2\rho), \quad l=1,\dots,7$
Biorthogonal symmetric filters, case II	$H_0(z) = \sqrt{2}2^{k-12}z^{-3}(1+z^{-1})^{8-k}(208-131(z+z^{-1})+40(z^2+z^{-2})-5(z^3+z^{-3}))$ $G_0(z) = \sqrt{2}2^{-k}(1+z^{-1})^k, \quad k=1,\dots,7$

Table 3: Spectral factorization of (18).

$$S_z(Z) = 2(1-Z)^K \sum_{k=0}^{K-1} \binom{K+k-1}{k} Z^k, \quad (22)$$

where K is a positive integer, which indicates the number of zeros of the orthogonal filter $H_0(z)$ at $z = -1$, and the binomial coefficient is given by [9]

$$\binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N-n)!}. \quad (23)$$

Furthermore, there exists a closed form equation for the filter $S(z)$, that is,

$$S(z) = 1 + \sum_{m=0}^k s_m (z^{-2m-1} + z^{2m+1}), \quad (24)$$

where the corresponding coefficients s_m are expressed by

$$s_m = 2 \frac{(-1)^{k+m+1} \prod_{i=1}^{2(k+1)} (k-i+3/2)}{(k-m)!(k+m+1)!(2m+1)}. \quad (25)$$

It is worth to note that the amplitude response of $S(z)$ is maximally flat at the points $\omega = 0$ and $\omega = \pi$ because it has a maximum number of zeros at $z = -1$. Figure 7 illustrates the amplitude responses of $S(z)$ for $k = 1, \dots, 4$.

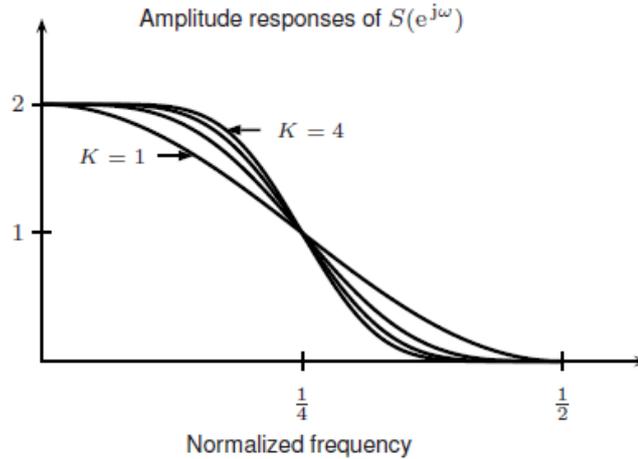


Figure 7: Amplitude response of $S(z)$ for different values of K .

4 Conclusions

We have derived closed form equation for low order wavelet FIR filter for orthogonal case as well as biorthogonal case. This approach is based on the construction of a maximally flat half band filter. The number of zeros at $z = -1$ of the corresponding half band filter considered in this paper is 1,2,3 and 4. Closed form equations for the maximally flat half band filter are also provided.

References

- [1] C. S. Burrus, R. A. Gopinath, and H. Guo, *Introduction to Wavelets Transforms: A primer*, Prentice Hall, 1998.
- [2] I. Daubechies, *Ten Lectures on Wavelets*. SIAM, Philadelphia, 1992.
- [3] S. G. Mallat, *A wavelet tour of signal processing*, 2nd ed. Academic Press, 1998.
- [4] P. P. Vaidyanathan, *Multirate Systems and Filter Banks*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1993.
- [5] X. Zhang, T. Muguruma, and T. Yoshikawa, "Design of orthogonal symmetric wavelet filter using real allpass filters," *Signal Processing*, vol. 80, no. 8, pp. 1551-1559, August 2000.
- [6] D. LeGall and A. Tabatabai, "Subband coding of digital images using symmetric short kernel filters and arithmetic coding techniques," in *Proc IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech, Signal Processing (ICASSP'88)*, New York, 1988, pp. 761-765.
- [7] M. Unser and T. Blu, "Mathematical properties of the {JPEG}2000 wavelet filters," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 12, no. 9, pp.1080-1090, September 2003.
- [8] O. Herrmann, "On the approximation problem in nonrecursive digital filter design," *IEEE Trans. Circuit Theory*, vol. CT--18, pp. 411--413, May 1971.
- [9] R. Ansari, C. Guillemot, and J. F. Kaiser, "Wavelet construction using Lagrange halfband filters," *IEEE Trans. Circuits Syst.*, vol. 38, no. 9, pp. 1116-1118, September 1991.

Inauguran Nuevo Edificio en *Escom*



La ex-secretaria de educación pública, Josefina Vázquez Mota , inauguró la ampliación del edificio 2, en compañía de autoridades del IPN.

“La Técnica al Servicio de la Patria”



La segunda sesión extraordinaria del XXVII
Consejo General Consultivo del IPN del día 14 de mayo de 2009
aprobó el rediseño del programa académico de ISC.



Rediseño aprobado ✓