



RISCE Revista Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos

Editor Rodolfo Romero Herrera

Mayo 2009

Sistema de Verificación de Personal a través del Rostro
Arquitectura de Coloración Aplicada al e-learning por medio de Dispositivos Móviles
Sistema computacional aplicado al control de variables climáticas
Sistema de un Guante de Datos con Fibra Óptica de Vidrio
Nueva Clase de Filtro L para Supresión de Ruido en Imágenes
Manejo de Matrices de Tamaño Arbitrario en Lenguaje C



ISSN: En tramite

RISCE Revista Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos; es una publicación bimestral 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 Computo; 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. 04-2008-062613190500-203, 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 se especializa en el área de los sistemas computacionales y electrónicos; tanto en el desarrollo, como en la investigación en:

Computo Móvil
Física Electrónica
Ingeniería de software
Procesamiento de señales
Inteligencia artificial
Comunicaciones
Electrónica
Robótica y cibernética
Computo educativo
Matemática computacional
Innovación Tecnológica

Distribución

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

Directorio

Dr. José Enrique Villa Rivera

Director General

Dr. Efrén Parada Arias

Secretario General

Dra. Yoloxóchilt Bustamante Diez

Secretaria Académica

Director de la ESCOM

Ing. Apolinar Cruz Lazaró

Subdirector Académico de la ESCOM

M. en C. Flavio Arturo Sánchez Garfias

Jefe del Departamento de Postgrado de la ESCOM

Jesús Yaljá Montiel Pérez

Editor

Rodolfo Romero Herrera

Coordinador Técnico

Gustavo Antonio Juárez Gracia

RISCE Revista Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos; es una publicación bimestral 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 Computo; 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. 04-2008-062613190500-203, 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.

1

Miembros del comité Revisor

(Todo el comité técnico esta formado por doctores en ciencias o su equivalente)

Francisca Losavio de Ordaz (Venezuela)(Universidad Central de Venezuela)

Alfredo Matteo (Venezuela) (Universidad Central de Venezuela)

Emmanuel F. Moya Anica (México)

Edgardo Manuel Felipe Riverón (Cuba) (México)(CIC)

Luis Enrique Palafox Maestre (México)

Eduardo F. Caicedo Bravo (Colombia)

Hilda Ángela Larrondo (Argentina)

Guillermo Leopoldo Kemper Vásquez (Perú)

Elizabeth León Guzmán (Colombia)

María Cecilia Rivera (Chile)

Satu Elisa Schaeffer (Finlandia)(UANL)

Rafael Canetti (Uruguay)

Javier Echaiz (Argentina)

Pablo Belzarena (Uruguay)

Carlos Beltrán González (Italia)(Universitá di Genova)

Elena Fabiola Ruiz Ledesma (México)

Jonatan Gómez (Colombia)

Armando De Giusti (Argentina)

Juan José Torres Manríquez (México)

Jesús Yaljá Montiel Pérez (México)

Luis Alfonso Villa Vargas (México)

Marco Antonio Ramírez Salinas (México)

Félix Moreno González (España)(UPM)

Salvador Godoy Calderón (México) (CIC)

INDICE

Sistema de Verificación de Personal a través del Rostro

Edmundo René Durán Camarillo,¹ **José Luís Calderón Osorno**,

¹ **Ana Lilia Palma Ramírez**,¹ **Ricardo Israel Rodríguez Flores**

¹ Escuela Superior de Computó, IPN. Av. Juan de Dios Batiz esq. Miguel Othon de Mendizábal S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Col. San Pedro Zacatenco. México DF., CP. 07738, eduranc@ipn.mx, jcalderono@ipn.mx, Teléfono. 5729.6000 ext. (52000).

Pag. 6

Arquitectura de Colaboración Aplicada al e-learning por medio de Dispositivos Móviles

Chadwick Carreto Arellano^{1,2}, **Rolando Menchaca García**², **Maria Elena Cruz Meza**¹

Escuela Superior de Cómputo- Centro de Investigación en Computación
Instituto Politécnico Nacional

Av. Juan de Dios Batíz, esquina con Miguel Otón de Mendizábal,
Unidad Profesional Adolfo López Mateos Col. Lindavista C. P. 07738, México, D. F

ccarretoa@ipn.mx, fmenchac@ipn.mx, mecruz@ipn.mx

Pag. 17

Sistema computacional aplicado al control de variables climáticas

Rubén Ortega González, **José Sánchez Juárez**, **Fabiola Ocampo Botello**, **Roberto de Luna Caballero**

Instituto Politécnico Nacional, D. F., rortegag@ipn.mx, jsanchezj@ipn.mx, focampob@ipn.mx, rdeluna@ipn.mx

Pag. 25

Sistema de un Guante de Datos con Fibra Óptica de Vidrio

Oscar Carranza Castillo, **Alma Adame Moreno**, **Rebeca Peregrino Hernández**,

Escuela Superior de Cómputo Depto. de Sistemas Electrónicos, Instituto Politécnico Nacional, México, D. F. C. P.

07738. Tel. +(55)57296000 Ext. 52022. Fax Ext. 52003

correo-e: ocarranzac@ipn.mx, arafatmine@yahoo.com.mx, rphmetallica@hotmail.com

Pag. 28

Nueva Clase de Filtro L para Supresión de Ruido en Imágenes

Jose Luis Varela-Benitez, **Francisco Javier Gallegos-Funes**

Instituto Politécnico Nacional de México,

Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, U. P. Zacatenco,

Av. IPN s/n, Edificio Z, Acceso 3, 3er. piso; Col. Lindavista, 07738, México D.F., México,

email: jlvarrel@hotmail.com, fgallegosf@ipn.mx, Tel/Fax: 57296000 ext:54622.

Pag. 37

Manejo de Matrices de Tamaño Arbitrario en Lenguaje C

Federico Felipe Durán, José Luis López-Bonilla,

ESIME-Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional,

Edif. Z-4, 3er. Piso, Col. Lindavista CP 07738, México DF,

E-mail: ffelipe100@hotmail.com, jlopezb@ipn.mx

Pag. 43

Instrucciones para los autores

Pag. 50

Sistema de Verificación de Personal a través del Rostro

Edmundo René Durán Camarillo,¹ José Luís Calderón Osorno,

¹Ana Lilia Palma Ramírez,¹ Ricardo Israel Rodríguez Flores

¹Escuela Superior de Computó, IPN. Av. Juan de Dios Batiz esq. Miguel Othon de Mendizábal S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Col. San Pedro Zacatenco. México DF., CP. 07738, eduranc@ipn.mx, icalderono@ipn.mx, Teléfono. 5729.6000 ext. (52000).

Resumen.- El proyecto está basado en el uso del índice biométrico del rostro para la autenticación de personal ya que las características que proporciona el rostro, ofrecen un medio de autenticación confiable, debido a que es un patrón único en cada persona. El proyecto consiste en un sistema de cómputo basado en algoritmos de Procesamiento de Imágenes y Redes Neuronales Artificiales con algoritmo de retropropagación. Dicho sistema consta de seis módulos principales, módulo de Captura, procesamiento de imagen, extracción de características, módulo de clasificación, módulo de autenticación e interfaz de usuario.

Palabras clave: Red Neuronal Artificial, Autenticación, Biometría, Filtros de Gabor, Vector característico.

I. Introducción

En la actualidad se ha tenido gran auge en el desarrollo e investigación de sistemas de seguridad, y control de personal cada vez más eficientes y eficaces, con el propósito de resguardar y tener un mejor control de acceso a zonas restringidas y de manejo de información confidencial.

La identificación biométrica utilizando la geometría de la cara, resulta de gran interés debido al potencial de aplicación de ésta en instalaciones en la vida real. El proceso de autenticación de caras requiere que los gestos y expresiones de las personas sean ignorados, para que éstas sean autenticadas sin importar qué expresión haya en ellas. Hay varias formas de autenticación facial. El método más común utiliza una cámara para capturar una imagen del rostro, que es analizada en función de ciertos "puntos clave", como la distancia entre los ojos o la anchura de la nariz. En función de estos parámetros se genera una plantilla única que servirá para realizar comparaciones futuras [1].

ç

II. Metodología

En la Figura 1 se muestra el diagrama a bloques general del sistema, el cual nos muestra los diferentes módulos a implementar, así como la forma en que se dará el flujo de información a través de ellos y de la base de datos. Como se puede apreciar en la Figura.1 el sistema se encuentra dividido en dos módulos: Módulo de Registro y Módulo de Autenticación; cada módulo es utilizado por un tipo de usuario específico, restringiendo así el uso de partes del sistema solo para personal autorizado.

Módulo de Registro.

Para ingresar a este módulo el usuario tendrá que autenticarse ante el sistema mediante el uso de una clave, una vez corroborada la clave ante la base de datos se desplegará un menú listando las actividades que podrán realizarse, por parte del administrador.

Módulo de Autenticación.

Para poder tener acceso a este módulo el empleado deberá introducir una clave y un login, una vez corroborados ante la Base de Datos se tomará una imagen de la persona, a esta imagen se le aplicará un proceso con diferentes algoritmos de tratamiento digital de imágenes para obtener el área del rostro que nos interesa, a esta nueva imagen obtenida se le extraerán un conjunto de características, las cuales servirán como entrada a una Red Neuronal Artificial que contendrá los vectores de pesos y umbrales correspondientes al usuario especificado, en caso de ser afirmativa la respuesta se generará un registro de Entrada/Salida en la Base de Datos y se desplegará una pantalla mostrando la información de registro al usuario.

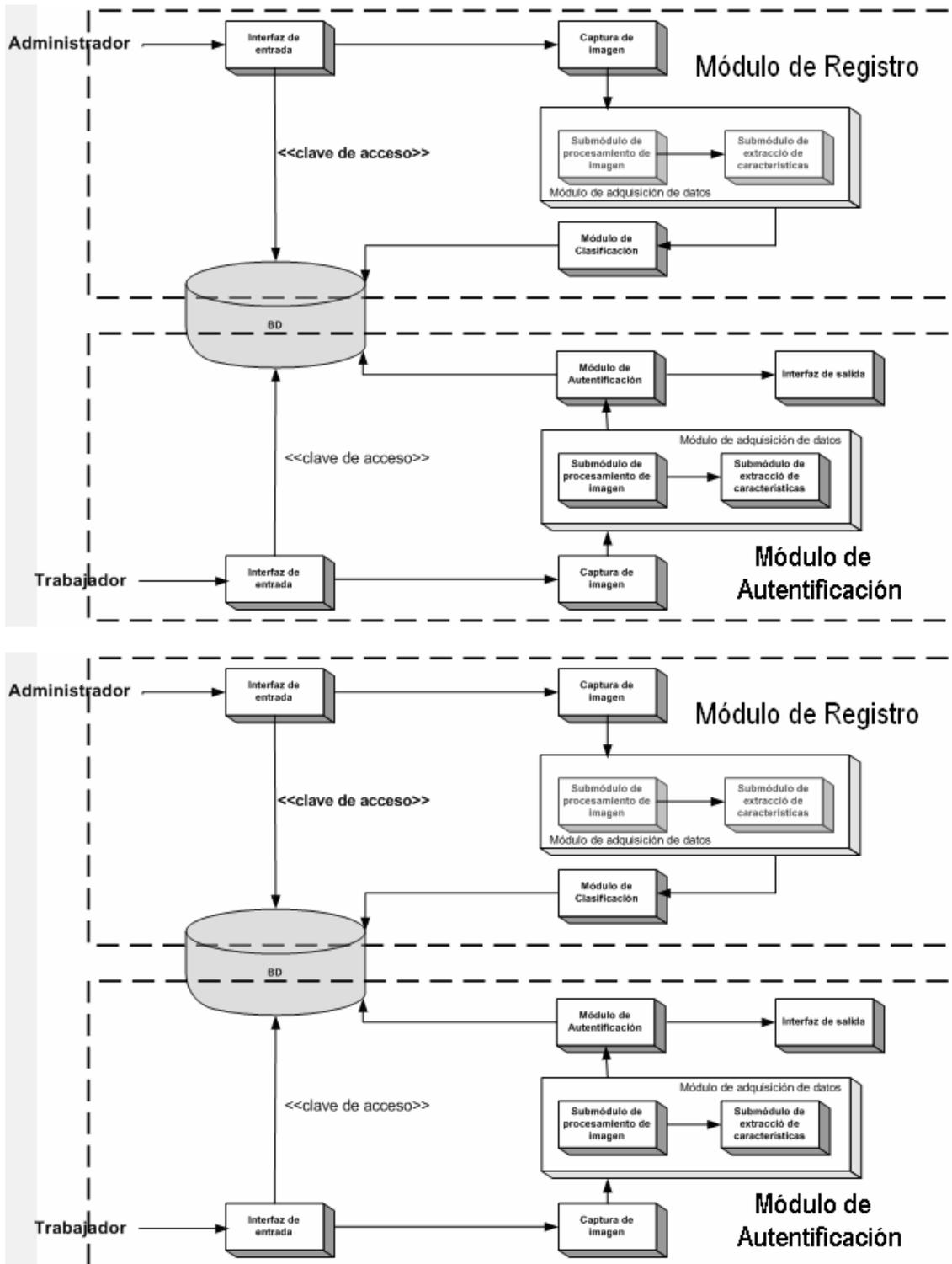


Figura 1. Diagrama a Bloques del Sistema.

III. Desarrollo del sistema

Módulo de Captura

En la Figura 2 se puede observar que el módulo de captura para la adquisición de la imagen está conformado por una computadora en la cual los usuarios teclearán un login y una contraseña, estos datos se usarán para verificar la existencia del usuario en la Base de Datos, de ser así el usuario pasará a sentarse en una silla frente a la cámara y el administrador tomará la imagen para ser procesada

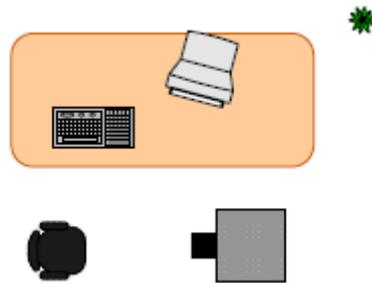


Figura 2. Módulo de Adquisición de la Imagen

Módulo de Adquisición de Datos

Este módulo se divide en dos submódulos, el primer submódulo se encarga del procesamiento de la imagen adquirida en el módulo de captura, para localizar el rostro en dicha imagen, el siguiente submódulo realiza la extracción de características; a continuación se explica más a detalle el funcionamiento de estas etapas.

Procesamiento de la Imagen

Esta etapa tendrá como entrada una imagen digital como la que se muestra en la Figura 3 con el rostro de una persona, este submódulo será el encargado de realizar una mejora en la imagen contemplando las técnicas de eliminación de ruido, mejora del brillo, así como obtener la región de interés que para este caso será el rostro y descartar las partes que no sean necesarias para la siguiente etapa. Todo ello con la finalidad de aumentar las posibilidades de éxito en los procesos siguientes.



Figura 3. Imagen adquirida por el dispositivo de captura

Para ubicar la región de interés (rostro) y eliminar el resto de la imagen que no se requiere, se realizó una segmentación de la imagen, y para ello se aplicaron los siguientes algoritmos:

-Estandarización de la imagen. En esta etapa se propone que todas las imágenes obtengan un estándar en cuanto a su tamaño y brillo ya que independientemente del dispositivo de captura

el sistema sea capaz obtener imágenes del mismo tamaño, y con calidad muy parecida una con otra en cuanto a nitidez y claridad, esto se lleva acabo para que durante la etapa de localización del rostro, al implementar los algoritmos se reduzca el tiempo computacional; así como tratar de evitar cambios bruscos en cuanto a la calidad y claridad de la imagen.

-Escala de Grises. Para un mejor manejo de la imagen y un rango más pequeño de colores se propone que la imagen este en escala de grises, es decir, que los colores se encuentren dentro de un rango de 0 a 255; esto facilita el proceso de ubicación del rostro.

-Binarización. Para llevar acabo la segmentación se aplica a la imagen la binarización por umbral, ya que esta técnica nos facilita separar las regiones de interés, como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Imagen binarizada por medio de la umbralización.



Figura 5. Imagen segmentada

-Segmentación. Esta técnica parte o separa la imagen para buscar solo segmentos que sean correspondientes al área de interés, para lograr esto se aplicó una negación a la imagen binarizada, el resultado de esta segmentación se muestra en la Figura 5.

-Localización del Rostro. Ya que se separaron las áreas de interés se localiza el rostro, extrayendo de la imagen el área oscura de la imagen haciendo barridos en ella, ya que se localiza el rostro en la imagen, esta quedará finalmente en escala de grises y se obtiene una imagen como la que se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Localización del rostro

Extracción de características

Los Filtros de Gabor bidimensionales tienen la particularidad de ser muy utilizados para la extracción de características, es por eso que para extraer la información del rostro será por medio de los coeficientes de Gabor. Estos filtros son implementados con las funciones elementales de Gabor, las cuales están constituidas por una exponencial compleja y una función Gaussiana. Sus propiedades matemáticas fueron elaboradas en 1985 por su autor Daugman, quien señaló que estos filtros de dos dimensiones eran óptimos para proporcionar tanto la máxima resolución posible con información sobre la orientación y frecuencia espacial contenida en estructuras locales de una imagen y simultáneamente la información sobre la posición en dos dimensiones [2]. Éstas funciones están determinadas por cuatro parámetros, dos que expresan su localización en el dominio espacial (x,y), es decir las coordenadas del

centro de la envolvente Gaussiana y otros dos que expresan la frecuencia espacial de sintonía F y la orientación ϕ .

En el sistema propuesto, la extracción de características es realizada utilizando un conjunto de funciones de Gabor con 8 ángulos y 5 frecuencias espaciales diferentes [2].

La función de Gabor en 2D está dado por (1).

$$h(x, y) = g(x', y') e^{2\pi i(Ux + Vy)} \quad (1)$$

donde $g(x, y)$ es una función Gaussiana dada por (2).

$$g(x', y') = \left(\frac{1}{2\pi\lambda\sigma^2} \right) \exp \left[-\frac{(x'/\lambda)^2 + y'^2}{2\sigma^2} \right] \quad (2)$$

donde σ es el ancho de banda radial. Para evaluar el sistema propuesto, se utilizó un valor de $\sigma = 8$. λ es un vector de forma Gaussiana, el cual se estableció como $\lambda=1$ para obtener una forma circular. (x', y') es la posición rotada de (x, y) por el ángulo ϕ como se muestra en (3).

$$(x', y') = (x \cos \phi + y \sin \phi, -x \sin \phi + y \cos \phi) \quad (3)$$

Las fases de modulación ϕ utilizadas en el sistema son: $0, \pi/8, \pi/4, 3\pi/8, \pi/2, 5\pi/8, 3\pi/4$ y $7\pi/8$. Para la frecuencia espacial F , se probó el siguiente grupo de frecuencias $F = 1/256\pi, 1/512\pi, 1/1024\pi, 1/2048\pi, 1/4096\pi$ [2]. La función de Gabor dada por (1) puede ser descompuesta en parte real y parte imaginaria como se muestra en (4).

$$h(x, y) = h_c(x, y) - j h_s(x, y) \quad (4)$$

$$h_c(x, y) = g(x', y') \cos(2\pi F x') \quad (5)$$

$$h_s(x, y) = g(x', y') \sin(2\pi F x') \quad (6)$$

h_c es una función de Gabor simétrica (función par) y h_s es una función de Gabor asimétrica (función impar). La información obtenida por estas dos funciones (5) y (6) para un ángulo específico ϕ y frecuencia espacial específica F en un punto central (x_0, y_0) permite obtener un vector bidimensional cuya magnitud corresponde a la energía de la función de Gabor específica representada por (7).

$$M(x, y) = \sqrt{h_c^2 + h_s^2} \quad (7)$$

La función $M(x, y)$ presenta una gran similitud con el comportamiento de las células complejas de un sistema visual humano y provee una unidad de la respuesta del canal de la función específica de Gabor. En el sistema propuesto, el número de funciones de Gabor utilizadas para cada campo receptivo es de 40. Los pasos a seguir para realizar la extracción de los vectores característicos del rostro son los siguientes:

1. Se divide la imagen en una malla de 10×7 puntos centrales de localización, localizando y encuadrando la imagen del rostro original. Cada recuadro de la malla contará con un punto central de localización o célula de campo simple, la cual siempre se encontrará en la posición espacial (x, y) , donde $x=0$ y $y=0$. Como se muestra en la Figura 7.

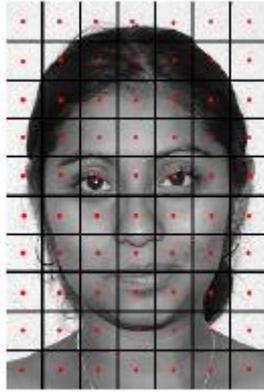


Figura 7. Malla de 10x7 puntos de localización.

2. Calcular las funciones gaussianas bidimensionales para la señal elemental de gabor en cada una de las células de campo simple. Como se muestra en la Figura 8.
3. A cada campo receptivo de los puntos de localización se les aplica una mascara o matriz de $M \times N$ elementos, debido a que el esquema propuesto maneja una forma de envoltura Gaussiana con simetría circular, el total de elementos de M son iguales que el número de elementos de N , formando una matriz de $M \times M$ elementos, la respuesta de esta matriz irá variando de acuerdo a los dos sensores de posición espacial (simetría par "parte real" y simetría impar "parte imaginaria"), que resultan de las combinación de las funciones gaussianas en cada posición espacial, las cinco frecuencias centrales espaciales (F) y los ocho canales de orientación (φ).

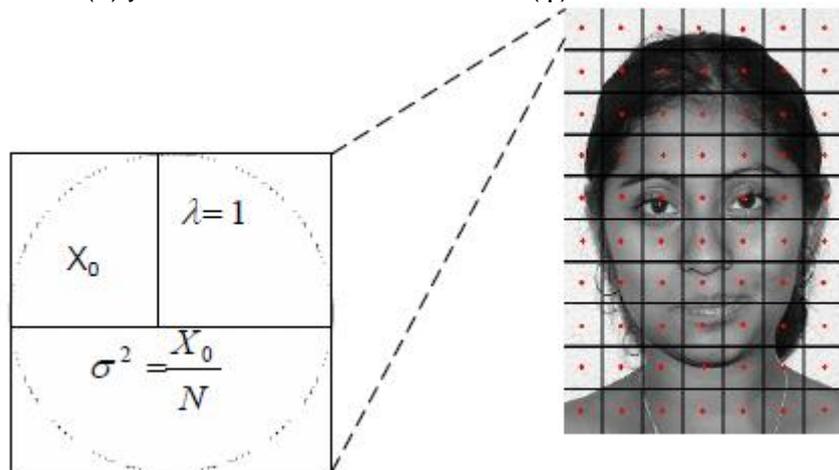


Figura 8. Análisis de una célula de capo simple

4. La combinación de frecuencias y canales de orientación dan como resultado un FBFG de orden 40 con sus dos sensores ortogonales (simetría par e impar) en cada una de las posiciones espaciales.
5. Los contrastes de energía en tonos de gris obtenidos en cada uno de los FBG forman 40 matrices de 10×7 elementos, estos representan la respuesta de las células de campo simple a cada una de las 5 frecuencias y 8 canales de orientación, estas matrices son desagrupadas con la finalidad de formar vectores horizontales de 70 elementos que representan la respuesta de los contrastes de energía en tonos de gris de las células de campo simple de la imagen del rostro a una combinación diferente de frecuencia espacial (F) y orientación (φ).
6. Los vectores horizontales son agrupados en una matriz de 40×70 elementos, la cual es la representación bidimensional resultante de los 40 FBG. Esta matriz, al ser graficada en tonos

de gris representa a los contrastes de energía en cada uno de los campos receptivos de localización.

7. Cada una de las 40 amplitudes de la señal en niveles de gris obtenidas permiten obtener 2800 amplitudes de señal en niveles de gris diferentes y únicas para cada individuo, estas amplitudes de señal permiten obtener los vectores resultantes.

Reduciendo de esta manera el número de elementos de salida del filtro de 2800 a 70, los cuales son diferentes y únicos para cada individuo.

Este vector final de 70 elementos deberá ser normalizado y servirá como entrada a la Red Neuronal Artificial usada para la autenticación del usuario. Haciendo uso de los Filtros de Gabor se genera el vector característico correspondiente al rostro de la persona, este vector esta conformado por 70 coeficientes que serán normalizados hacia valores entre 0 y 1 para servir como entrada a la Red Neuronal Artificial (RNA), el vector presentará similitudes cuando se trate de imágenes de la misma persona y diferencias con respecto a imágenes de personas distintas.

La Figura 9 muestra un ejemplo de la gráfica de un vector característico correspondiente a una persona.

Entrenamiento de la Red Neuronal Artificial (RNA)

El tipo de red neuronal artificial implementada es una red con aprendizaje supervisado, el algoritmo de aprendizaje de la Backpropagation para redes multicapa, ya que la red multicapa es una red que puede implementarse para resolver problemas de clasificación de patrones. Una red de estas características está en capacidad de generar regiones de decisión arbitrariamente complejas, aunque en ciertos problemas se puede simplificar el aprendizaje aumentando capas ocultas, la tendencia es aumentar la extensión de la función de activación, en lugar de la complejidad de la red [3].

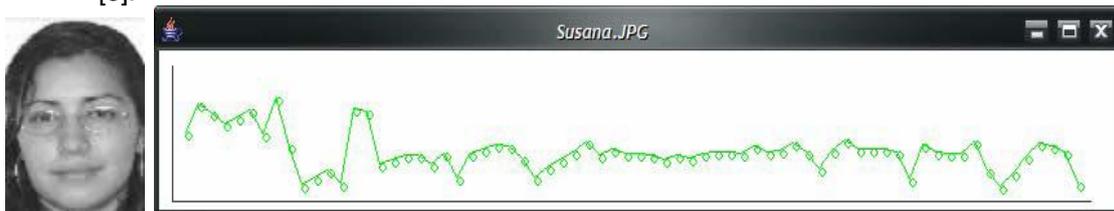


Figura 9. Gráfica de un vector característico asociado a una persona

La red neuronal multicapa con el algoritmo de aprendizaje de tipo retropropagación trabaja bajo aprendizaje supervisado y por tanto necesita un conjunto de entrenamiento que le describa cada entrada y su valor de salida esperado. Cada patrón de entrenamiento se propaga a través de la red y sus parámetros para producir una respuesta en la capa de salida, la cual se compara con los patrones objetivo o salidas deseadas para calcular el error en el aprendizaje, este error marca el camino mas adecuado para la actualización de los pesos y ganancias que al final del entrenamiento producirán una respuesta satisfactoria a todos los patrones de entrenamiento, esto se logra minimizando el error medio cuadrático en cada iteración del proceso de aprendizaje.

Es importante destacar que la misma arquitectura de red será utilizada para todas las personas capturadas en la base de datos, la cual se muestra en la Figura 10. La entrada a la red será un vector de 70 elementos correspondiente a los coeficientes de Gabor extraídos de la imagen digital del rostro.

Interfaz Gráfica

La interfaz gráfica del sistema se desarrollo en el lenguaje de Programación Java. La interfaz que se propone se basa en los alcances del sistema ya que se pretende tener dos tipos de usuarios los cuales de acuerdo a su clave y tipo de usuario tendrán ciertos privilegios y operaciones que podrán realizar, a continuación se mencionan las diferentes pantallas con las que contará el sistema y una breve descripción de las mismas.

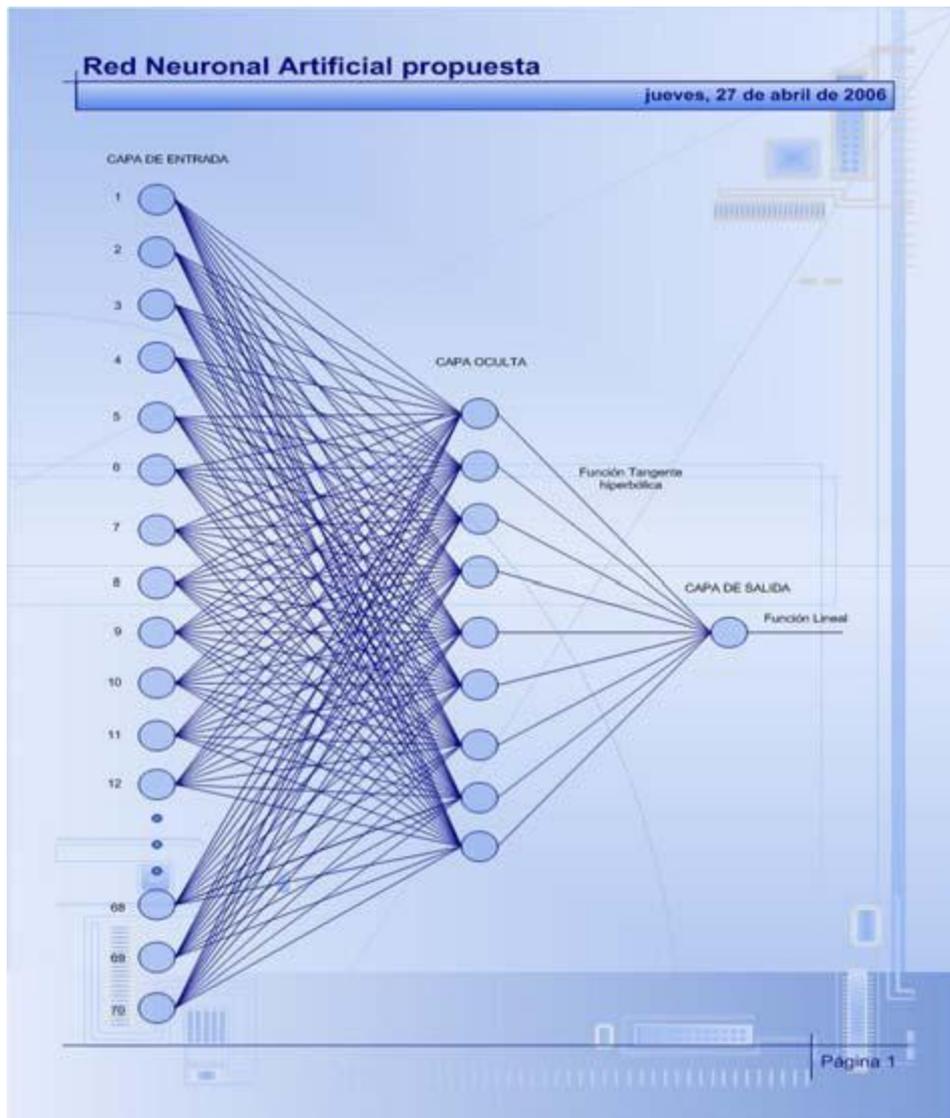


Figura 10. Estructura de la Red Neuronal a utilizar

Inicio de Sesión.

En la Figura 11 se muestra la pantalla inicial del sistema, en ella se deberá especificar el tipo de usuario del que se trata (administrador o trabajador).



Figura 11. Pantalla de Inicio de Sesión

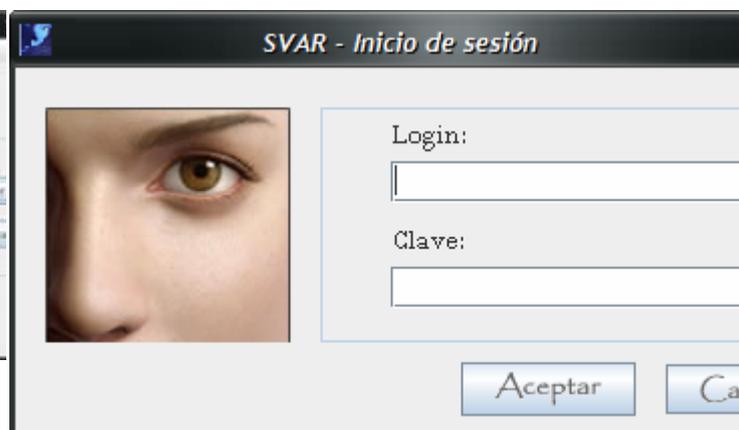


Figura 12. Pantalla de Inicio de Sesión

Una vez hecho esto se desplegará una pantalla de inicio de sesión, la cual preguntará por el login y clave de la persona como se muestra en la Figura 12. Al encontrarse en esta pantalla se puede incurrir en dos casos, el primero es que el usuario ingrese de manera adecuada los datos requeridos, en este caso, se le dará acceso a la siguiente pantalla del sistema, la cual dependerá del tipo de usuario del que se trate. El segundo caso es que el usuario ingrese de manera errónea alguno de los datos requeridos, en este caso, como se muestra en la Figura 13, se desplegará en pantalla un mensaje de error y se retornará al usuario a la pantalla inicial.



Figura 13. Mensaje de datos erróneos.



Figura 14. Pantalla de menú para administrador primario.

Pantallas de Administrador.

Es de importancia mencionar que existirán dos tipos de administradores, un administrador primario el cual será único y tendrá privilegios como: Configurar sistema, creación, modificación, eliminación y consultas sobre cualquier tipo de usuario y visualización de los registros de entrada/salida de los trabajadores. También existirán administradores secundarios, este tipo de administradores solo tendrán acceso a operaciones de creación, modificación, eliminación y consulta de trabajadores, del mismo modo, podrán visualizar los registros de entrada/salida de los trabajadores. En la Figura 14 se muestra la pantalla por medio de la cual el administrador primario podrá seleccionar alguna de las actividades a realizar ya antes mencionadas, los únicos cambios que existirán entre las pantallas de un administrador primario y uno secundario son las opciones referentes a la configuración del sistema y operaciones sobre usuarios tipo administrador, a las cuales no tendrá acceso un administrador secundario.

IV. Resultados Experimentales

Pruebas realizadas para los filtros de Gabor

A continuación se muestran los resultados obtenidos al aplicar los filtros de Gabor para la obtención de los vectores característicos asociados a las imágenes de una persona. Para esto se mostrará una imagen de la persona y su correspondiente gráfica de vectores, dicha gráfica presenta visualmente el resultado de aplicar los filtros de Gabor a cada una de las imágenes, el eje X de la gráfica representa los índices del vector característico (1... 70), mientras que el eje Y muestra los valores obtenidos para la célula de campo simple correspondiente a cada subíndice. En la Figura 15 las gráficas obtenidas.

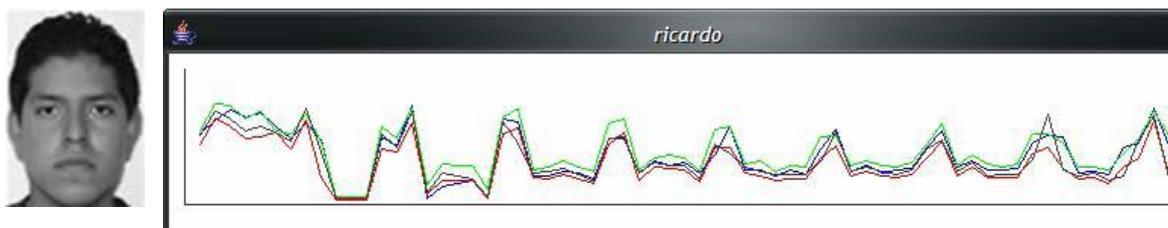


Figura 15. Imagen y gráfica de vectores característicos asociados a Ricardo Cruz Basurto

Valores numéricos de los vectores característicos obtenidos son:

Tabla 1. Valores del primer vector.

9.3710	11.0165	12.5738	11.5647	12.0844	10.3976	8.7061	10.7052	8.5963	0.7400
0.7878	0.7412	8.8545	7.7847	13.1897	0.7501	2.2731	2.7632	3.1633	0.9259
11.3820	10.9526	3.7481	3.7268	4.2187	4.0998	3.3593	8.6750	8.7633	4.1366
5.7206	5.1623	5.5708	4.1515	6.4968	10.2603	4.5945	4.4640	3.6138	4.5190
3.9551	7.2075	9.8551	4.3267	5.1539	4.1747	4.5502	4.7891	7.5688	9.6825
4.8808	5.7238	4.5757	4.5398	4.6452	8.1388	9.0264	8.9509	4.0668	4.3532
3.9962	7.4115	8.1882	12.7138	7.7285	4.2447	5.1355	4.2368	6.7224	11.3545

Tabla 2. Valores del segundo vector.

7.9418	11.384	10.281	8.646	8.97	9.4632	7.2025	11.117	3.4213	0.44459
0.48672	0.44734	7.3583	6.9311	10.692	1.2269	3.0363	3.1599	3.0264	0.70878
9.3049	10.166	3.5501	3.3709	3.8764	3.2734	2.6274	7.9617	9.4051	3.1787
4.8045	4.6105	4.4971	2.8349	7.4639	7.5863	4.1335	3.7456	3.1665	3.3188
3.297	6.1382	7.7729	3.6675	4.2989	3.7986	3.5622	3.9737	6.1224	8.2475
3.6675	4.8738	3.578	3.4987	3.5374	6.7382	7.486	4.6145	3.2486	3.4859
2.7688	4.8482	6.0853	11.138	3.8165	3.719	4.1174	3.4224	7.4565	7.245

Tabla 3. Valores del tercer vector.

9.6796	13.263	13.074	11.351	12.276	9.6317	9.3406	11.804	8.367	0.90057
0.96707	0.99781	10.344	8.7818	12.77	2.5725	5.2463	5.1316	5.0448	1.8415
11.537	12.632	4.4505	4.9312	5.7964	4.964	4.2697	10.741	11.337	4.4329
6.11	6.4364	6.0521	4.2927	9.897	10.227	5.3971	5.6051	4.3675	5.1792
4.8915	8.8191	9.056	5.0331	5.68	5.0314	4.8567	5.4273	7.9513	10.666
5.1653	6.5173	5.2167	4.8107	5.3515	9.3757	9.3194	8.0905	4.9787	4.8802
4.454	6.7025	8.6117	12.386	9.1617	5.5144	6.0327	5.9044	9.7492	8.2884

Tabla 4. Valores del cuarto vector.

9.0864	12.291	11.395	9.6195	10.383	9.4604	8.3423	12.694	6.8713	0.65809
0.67074	0.62952	9.2319	7.5846	12.268	1.5192	4.1346	3.7497	3.3951	0.85754
10.911	8.1736	4.1237	4.2294	4.6408	3.8187	2.9852	8.6042	8.9759	4.0658
5.5891	5.0868	5.1251	3.247	7.8355	6.7907	4.8558	4.2932	3.898	3.9605
3.8962	5.6818	9.4076	4.3556	4.9305	4.3588	3.8998	4.519	7.2994	8.4355
4.2659	5.5761	3.7492	3.9016	3.8101	5.917	11.84	4.5583	3.7863	4.0737
3.0907	3.7493	8.4418	11.677	3.3739	4.0315	5.0779	3.7906	1.8127	8.3427

Pruebas realizadas con la Red Neuronal Artificial.

Para llevar a cabo las pruebas se utilizo una Base de Datos (BD) de imágenes, la cual contiene rostros de 20 personas distintas, la base de datos esta conformada por un total de 100 imágenes resultantes de tener 5 fotografías por persona. Al realizar las pruebas se debe tomar en cuenta que el sistema puede incurrir en alguno de los siguientes casos:

Verdadera aceptación.- Significa que el sistema acepta a la persona autentica.

Falsa aceptación.- Significa que el sistema acepta a la persona incorrecta.

Verdadero rechazo.- Significa que el sistema rechaza a la persona incorrecta.

Falso rechazo.- Significa que el sistema rechaza a la persona autentica.

Resultados obtenidos.

Hasta el momento el sistema cuenta con un total de 15 personas registradas dentro de la Base de Datos, entregando los siguientes resultados:

- ⌚ Porcentaje de Verdadera aceptación: 82.5 %,
- ⌚ Porcentaje de Falso rechazo: 17.5 %
- ⌚ Porcentaje de verdadero rechazo: 78.69 %
- ⌚ Porcentaje de Falsa aceptación: 21.31 %
- ⌚ Porcentaje de efectividad de la red es de 78.91%

V. Conclusiones

En la actualidad se ha despertado gran interés en el desarrollo de métodos y sistemas que ayuden a la identificación y autorización de individuos, con el objetivo de restringir el ingreso a cierta información o áreas de importancia. Existe una gran variedad de técnicas utilizadas para la autenticación de individuos, cada una presenta ventajas y desventajas para su implementación.

En el presente trabajo se muestra una posible solución al problema de la autenticación de personas por medio de características del rostro haciendo uso de una red neuronal con algoritmo de retropropagación y utilizando un total de setenta valores extraídos de la imagen del rostro de la persona.

Los algoritmos utilizados para la obtención de la imagen del rostro cumplen con los requerimientos necesarios para la obtención de los vectores característicos de la persona.

La aplicación de filtros de Gabor para la extracción de características del rostro presenta una alternativa viable, entregando resultados diferentes para distintas personas y parecidos para la misma persona.

El porcentaje de efectividad del sistema de acuerdo con las pruebas realizadas es de aproximadamente un 80 %.

VI. Referencias.

- [1] Romdhani, S.; Romdhani, P. Torr; Schölkopf B., Blake A.; "Sequential Support Vector Machine for Efficient Face Detection University of Freiberg"; 2002.
- [2] Mariko Nakano, Pérez Héctor, Artículo: "Automatic Face Recognition System using the Gabor Transform"; México, D.F. ESIME Culhuacán IPN.
- [3] Hagan, Martín, T.; Neural Network Design, Ed. PSW Publishing Company.; 1996.

VII. Extractos curriculares

Edmundo René Durán Camarillo obtuvo la Maestría en Ciencias por el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), México (1994) y es Ingeniero en Electrónica por el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz, México (1993). Actualmente es profesor Investigador Titular en la Escuela Superior de Cómputo del IPN, México, y sus áreas de interés son: Automatización y control, inteligencia artificial, sistemas neurodifusos, redes neuronales artificiales, y sistemas expertos.

José Luis Calderón Osorno obtuvo la Maestría en Ciencias por el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), México (1995) y es Ingeniero en Electrónica por el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz, México (1991). Actualmente es profesor Investigador Titular en la Escuela Superior de Cómputo del IPN, México, y sus áreas de interés son: Inteligencia artificial, redes neuronales artificiales, y sistemas inteligentes.

Ana Lilia Palma Ramírez es estudiante de 8vo semestre de la carrera de Ingeniero en Sistemas Computacionales por la Escuela Superior de Computo del Instituto Politécnico Nacional.

Ricardo Israel Rodríguez Flores es estudiante de 8vo semestre de la carrera de Ingeniero en Sistemas Computacionales por la Escuela Superior de Computo del Instituto Politécnico Nacional.

Arquitectura de Colaboración Aplicada al e-learning por medio de Dispositivos Móviles

Chadwick Carreto Arellano^{1,2}, Rolando Menchaca García², Maria Elena Cruz Meza¹

Escuela Superior de Cómputo- Centro de Investigación en Computación
Instituto Politécnico Nacional
Av. Juan de Dios Batíz, esquina con Miguel Otón de Mendizábal,
Unidad Profesional Adolfo López Mateos Col. Lindavista C. P. 07738, México, D. F.
ccarretoa@ipn.mx, fmenchac@ipn.mx, mecruz@ipn.mx

Resumen.- En el presente trabajo se muestra el desarrollo de una arquitectura que permita trabajar en un ambiente colaborativo desde dispositivos móviles, apoyada en el uso de agentes de software, para brindar una funcionalidad orientada a la administración del conocimiento aplicable a cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje. La arquitectura permitirá administrar el conocimiento, de tal forma que automatice el proceso de recopilación de información, busque la información de acuerdo a un perfil y necesidades específicas, y la presente, ya sea en un formato adaptado para un dispositivo móvil o en un formato tradicional para PC. La arquitectura pretende poner a disposición de los usuarios, herramientas para el trabajo en grupo que pueden ser utilizadas en cualquier momento y lugar a través de un dispositivo de capacidad limitada con conexión a Internet.

Palabras clave: Trabajo Colaborativo, Dispositivo Móvil, Agente de Software, e- learning.

I. Introducción

Actualmente el aprendizaje y el conocimiento son parte esencial en toda organización y comunidades; y al hablar de comunidad es necesario que el conocimiento se distribuya y se aplique. La clave de la evolución social radica en la generación, difusión, distribución y aplicación del conocimiento. A través del tiempo esta distribución de información (comunicación) se ha dado por diferentes medios. En los últimos años, la comunicación inalámbrica (wireless) está experimentando un crecimiento acelerado. Las nuevas tecnologías permiten aumentar la calidad no sólo en el sector productivo, sino también en el sector educativo que ha sufrido un cambio drástico desde la aparición de la computación y la implementación de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTICS); esto ha permitido la creación de innovadoras técnicas de enseñanza y la aparición de material de apoyo y referencias de fácil acceso.

Las tecnologías inalámbricas permiten a mayor número de personas comunicarse e intercambiar información sin la necesidad de medio físico limitado; esto permite introducir el concepto de colaboración digital, que complementa a la presencial dando paso al trabajo colaborativo.

La comunicación inalámbrica en México esta siendo implementada en pocas instituciones, por otro lado la educación a través de estos dispositivos (móviles o inalámbricos) está en su etapa embrionaria a nivel mundial. Hasta ahora los conceptos e-learning y colaboración digital no se han generalizado para dispositivos móviles inalámbricos, pero es deseable dado que la principal ventaja de su aplicación en la educación es la transparencia; es decir, el acceso anytime, anywhere (a cualquier hora y en cualquier lugar) a una fuente de conocimiento [1].

Berger nos invita a reflexionar sobre algunas preguntas: “¿Qué te motivaría a utilizar dispositivos inalámbricos en la vida diaria? ¿Existe realmente alguna diferencia en ‘inalámbrico’ o es sólo eliminar cables? Pensando en lo que ya existe ¿cómo nos puede ayudar?” [1].

El aprendizaje es un campo en el que bien se podría aplicar la tecnología inalámbrica, ya que permite establecer un ambiente de colaboración que no se reduce a un espacio físico limitado bajo ciertos

requerimientos de conexión; incluso el salón se podría convertir en laboratorio o la cafetería en biblioteca. Esta tecnología proporciona cambios fundamentales en la forma en que se difunden las ideas, el conocimiento y la comprensión [2]. La colaboración entre aprendices puede generar grandes ventajas educativas si se manejan adecuadamente. El esquema general de aprendizaje colaborativo es (Figura 1):

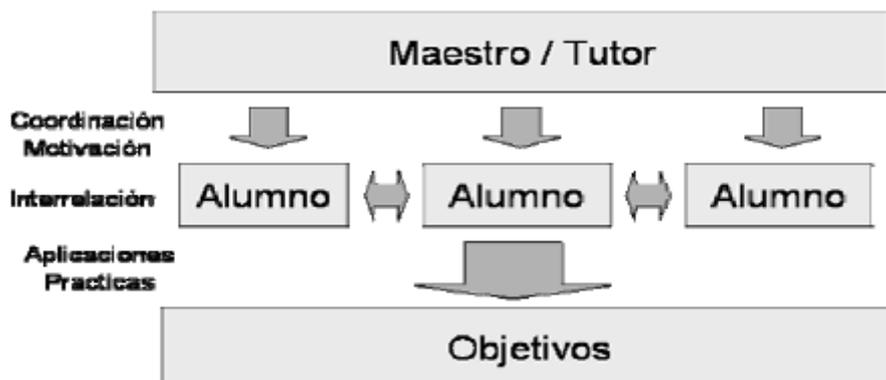


Figura 1. Esquema de aprendizaje

En este esquema claramente se observa la necesidad de que las entidades se interrelacionen de manera directa en un espacio cerrado. Proponemos una reestructuración del esquema anterior para omitir esta necesidad aplicando tecnologías móviles.

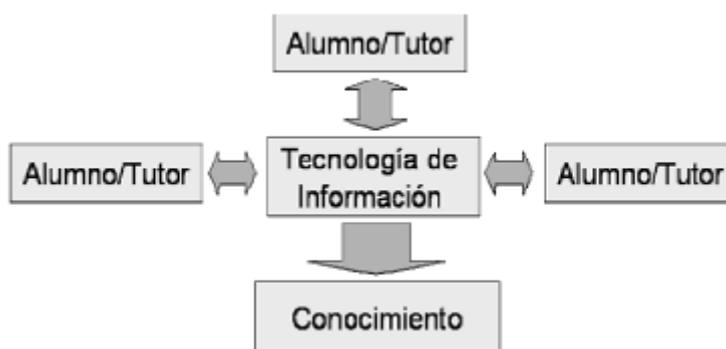


Figura 2. Nuevo esquema de aprendizaje

En las secciones siguientes se plantea la problemática encontrada en la implementación de dispositivos móviles en ámbitos educativos y la propuesta generada para el diseño y desarrollo de una infraestructura que permita lo antes mencionado.

II. Problemática

Actualmente el aprendizaje y el conocimiento son parte esencial en toda organización y comunidad; y al hablar de comunidad es necesario que el conocimiento se distribuya y se aplique, de otra forma es inútil. La clave de la evolución social radica en la generación, difusión y distribución del conocimiento.

Existe un acceso a la información limitado a: bibliotecas y libros, PC e Internet. En ocasiones es necesario obtener información de manera rápida y en el momento que se desee sin importar el lugar en donde nos encontremos. (anytime, anywhere). A través del tiempo esta distribución de información (comunicación) se ha dado por diferentes medios. En los últimos años, la comunicación inalámbrica (wireless) está experimentando un crecimiento acelerado. Las nuevas tecnologías permiten aumentar la calidad no sólo en el sector productivo, sino también en el sector educativo que ha sufrido un cambio drástico desde la aparición de la computación y últimamente la Internet; esto ha permitido la creación de innovadoras técnicas de enseñanza y la aparición de material de apoyo y referencias de fácil acceso. Esta forma de obtener información nos facilita el aprendizaje, puesto que éste está basado en la adquisición de

conocimiento (información). En la actualidad es importante reducir los tiempos de búsqueda de información, lo cual igualmente recae en mayor tiempo para su asimilación.

Existen métodos de búsqueda que no requieren demasiado tiempo como sería Internet. No es posible en todo tiempo estar frente a una desktop PC, y si bien existen otras alternativas como son Internet inalámbrico y móvil, las búsquedas siguen siendo exhaustivas y regresan grandes cantidades de información que muchas veces resulta innecesaria o que no corresponde a nuestras consultas. Es por esta razón que se vuelve importante la creación de un medio o método que nos permita tener acceso a información de manera fácil, rápida, en cualquier momento y en cualquier lugar y que además nos proporcione la ventaja de que la información obtenida sea útil; y de esta manera apoyemos nuestro proceso educativo más allá de un aula y un libro. Las tecnologías inalámbricas permiten a mayor número de personas comunicarse e intercambiar información sin la necesidad de un aula de cómputo o una computadora; esto permite introducir el concepto de colaboración digital, que complementa a la presencial.

Sin embargo, el simple hecho de tener la información que deseamos no implica que la utilicemos; en ocasiones esto se debe a que no se comprende del todo un texto o no se enfoca a las propias necesidades. Así, la retroalimentación (colaboración) se vuelve un factor de suma importancia. Ésta nos brinda la capacidad de comparar opiniones, debatir ideas, o consultar dudas con otras fuentes de información tan importantes como las antes mencionadas (libros, documentos, laboratorios, universidades, revistas, bibliotecas, docentes, etc.), con la diferencia de que son totalmente interactivas e inteligentes, éstas son las personas. Es importante mencionar que la interacción con estas otras fuentes debe estar siempre dentro del mismo marco de estudio o investigación (área de trabajo), para mantener la congruencia y fidelidad de la información y no se llegue a más confusiones o conceptos erróneos.

III. Arquitectura Propuesta

En esta sección se plantea la definición de una arquitectura que permita conjuntar los grandes conceptos identificados en la problemática: colaboración, dispositivos móviles, y búsqueda personalizada. De esta forma no nos encerramos en una sola aplicación, sino que se mantiene abierta la opción de enfocar la arquitectura a cualquier área de interés. Sin embargo, como se deduce de lo anterior, una arquitectura debe tener aplicación para ser de utilidad; por esta razón se contempla la programación de una aplicación simple que demuestre su funcionalidad. Esta aplicación, se enfocará al aprendizaje electrónico (e-learning).

Nuestro objetivo principal, al hablar de una arquitectura, es que ésta permita una cooperación de los usuarios del sistema en la reunión de información y una colaboración que dé origen a la retroalimentación dentro de un equipo de trabajo, todo esto desarrollado en un entorno móvil que acorte tiempos y proporcione ubicuidad.

Se busca que la arquitectura proporcione una funcionalidad para los usuarios de búsqueda de información, recuperación de documentos, publicación de documentos y envío de mensajes dentro de un grupo de trabajo. Lo cual le permitirá establecer un esquema de cooperación que apoye el desarrollo de su aprendizaje a través de la adquisición de conocimiento de manera autodirigida, responsable y consciente [4].

Este proyecto utiliza las tecnologías inalámbricas en una aplicación que permita la administración del conocimiento, entiéndase por ello el proceso mediante el cual se alcanza el objetivo (planeación, organización, dirección, control) de manejar la información (documentos, publicaciones, comentarios, mensajes) construida a partir del conocimiento de los usuarios previendo sus necesidades futuras de aprendizaje.

La arquitectura general está planteada de la siguiente manera:

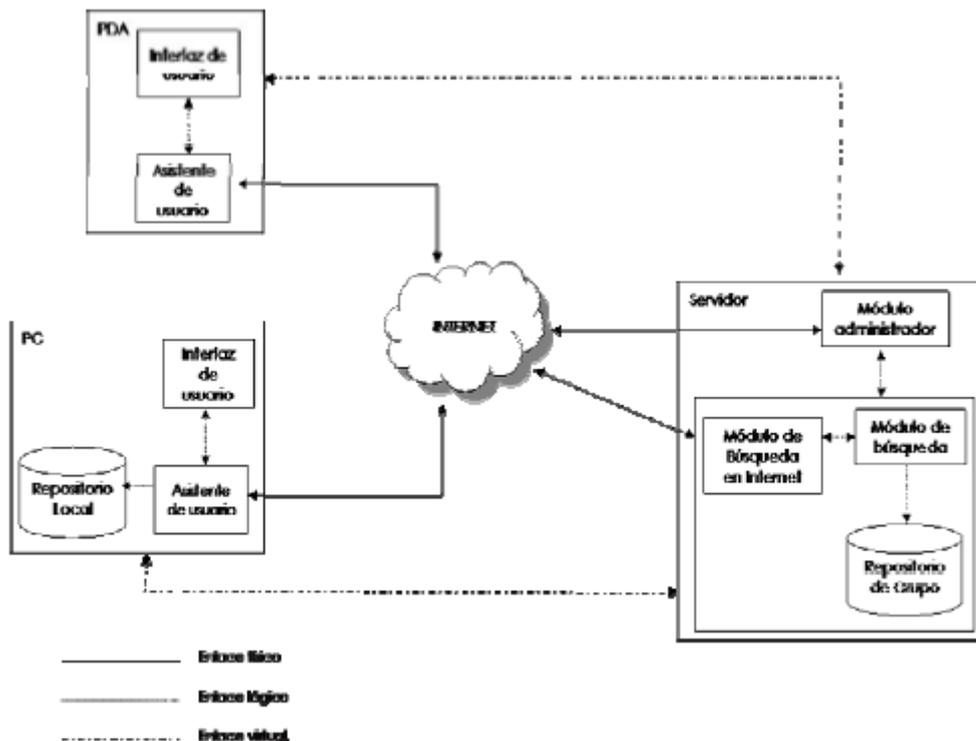


Figura 3 – Arquitectura propuesta

Como se observa en la figura 3, la arquitectura del sistema está dividida en cinco módulos, de los cuales dos forman el servidor del sistema, dos módulos en los clientes y el módulo correspondiente a la base de datos se subdivide para crear un repositorio en cliente PC y en el servidor, con algunas diferencias entre ambos. A continuación se describe el funcionamiento de los módulos que conforman la arquitectura:

Módulo de Administración

En este módulo es donde llegan las peticiones de los miembros de un grupo de trabajo y se encarga de atenderlas, por esta razón tiene acceso a Internet. Aquí también se reconoce desde que tipo de dispositivo se conecta el miembro del grupo de trabajo ya sea desde una PC o una PDA, además de esta comunicación, existe otra con el módulo de recolección y análisis de información, la cual se utiliza para realizar, de manera indirecta, consultas a la base de datos del sistema y búsquedas en Internet. La administración de perfiles y autenticación de miembros se realizará en este módulo haciendo peticiones de consulta o modificaciones a la Base de Datos del grupo donde están almacenados los perfiles de los miembros del grupo.

Las principales funciones que desempeña este módulo son:

Las principales funciones que desempeña este módulo son:

Gestionar las peticiones de los usuarios: Las peticiones del usuario llegarán a éste módulo a través de Internet, enviadas desde el agente de usuario. Estas peticiones podrán ser:

- Registrarse como usuario (administrador, miembro, visitante).
- Iniciar sesión.
- Ingresar documentos.
- Realizar una búsqueda.
- Comentarios.
- Conectarse a un grupo de trabajo.
- Enviar mensaje.

Generar consultas para el agente de búsqueda: El agente administrador deberá construir consultas personalizadas a partir de la información introducida para el usuario para enviárselas al agente de búsqueda para que realice las consultas a la base de datos.

- ⌚ Generar una consulta para obtener el perfil de un usuario.
- ⌚ Convertir las peticiones de búsqueda.
 - Búsqueda de información
 - Búsqueda de perfil

Analiza la información según los requerimientos de usuario: En este módulo también se recibe la información (documentos) de las búsquedas en base de datos e Internet y se selecciona aquella que cumpla con los requisitos del usuario a quien se le enviará.

- Clasificar la información.

Canalizar a los usuarios a su grupo de trabajo: Los usuarios, de acuerdo a su perfil y área de trabajo, pertenecerán a un grupo de trabajo, al cual podrán ingresar como miembros; también podrían acceder a un grupo de trabajo al que no pertenezcan, con la calidad de visitantes.

- Conectar al usuario a su grupo de trabajo.
- Canalizar al usuario como visitante a otro grupo de trabajo.

Se considera administrador porque es la unión entre usuarios y servidor

Módulo de Búsqueda

Este también estará ubicado en el servidor y consistirá de dos agentes de búsqueda y una base de datos. Uno de los agentes de búsqueda estará encargado de la búsqueda en Internet mientras que el otro se encargará de la búsqueda de documentos almacenados en la base de datos. Ambos agentes recibirán el tipo de consulta que deberán hacer por parte del modulo de administración. La base de datos contendrá los diferentes documentos que los usuarios deseen almacenar. Para almacenar un documento, el usuario deberá cumplir con un formato específico que permita uniformizar la información para facilitar la búsqueda. Las tablas de la base de datos estarán definidas por grupos de trabajo, usuarios y áreas de conocimiento.

Búsqueda en BD: Encargado de hacer las consultas a la Base de Datos del grupo, ya que es el único módulo que tiene conexión directa a la Base de Datos, y regresar los datos al módulo de administración. También tiene la función de darle un formato estándar a la información (XML) para ser almacenada y que pueda ser regresada en diferentes formatos (HTML ó WML); el módulo no cuenta con acceso a Internet por lo que necesita establecer comunicación con el modulo de búsqueda en Internet para hacer búsquedas de este tipo, estos documentos provenientes de Internet son analizados por el módulo de administración basándose en el perfil del usuario.

Búsqueda en Internet: Tiene la función de realizar búsquedas en Internet y regresarlas al modulo de administración.

Búsqueda en el repositorio de perfiles: Existirá una tabla en la base de datos que contenga sus datos personales, un identificador, y los grupos de trabajo a los que pertenece para que esa información no se tenga que almacenar en cada dispositivo (cliente).

- ⌚ Buscar el perfil de un usuario dentro del repositorio.

Búsqueda en el repositorio de documentos: Los usuarios miembro podrán ingresar documentos a la base de datos para compartirlos con los demás usuarios; éstos podrán consultarlos y anexar comentarios a los mismos.

⌚ Realizar las consultas de búsqueda de documentos. Estas consultas podrán ser de dos tipos:

- General (palabras clave)
- Particular (título exacto)

Búsqueda en Internet de documentos: También se tendrá la posibilidad de buscar documentos en Internet cuando el usuario lo considere necesario.

⌚ Realizar una búsqueda limitada en Internet.

Peticiones del módulo administrador: Para realizar consultas a base de datos o búsquedas de información, se recibirán los parámetros desde el módulo administrador

- ⌚ Obtener las peticiones transformadas en consultas.
- ⌚ Realizar las consultas a la base de datos.
- ⌚ Regresar los resultados de las búsquedas.

Módulo del Agente del Usuario

Se encuentra en ambos tipos de clientes (PDA y PC). Debido a que tiene comunicación con el servidor, vía Internet, se encarga de hacerle llegar las peticiones del usuario, además es donde se almacena temporalmente (lo que dure la sesión) un identificador de usuario.

En este módulo se contará con un agente encargado de recibir las peticiones del usuario y transmitir las al servidor a través de Internet. Este agente también contendrá un identificador para cada usuario que entre al sistema a manera que sea identificable su perfil en el servidor.

Almacenar temporalmente las peticiones de usuario: El agente de usuario recibe las peticiones que se realizarán al sistema.

- ⌚ Mantiene una petición almacenada mientras recibe respuesta. La petición se deberá mantener almacenada en caso de que ocurra algún error en el envío hacia el servidor.

Enviar dichas peticiones a módulo administrador: El agente de usuario transfiere las peticiones, según la información que le haya dado el mismo, a través de Internet para que lleguen hasta el módulo administrador.

Almacenar identificador de usuario

- ⌚ Mantiene un registro del identificador (estático) de usuario.
- ⌚ Envía el identificador al módulo administrados para el reconocimiento del usuario y la búsqueda de su perfil.

Módulo de Interfaz de Usuario

Contiene las herramientas disponibles para el usuario: búsqueda de información, recuperación de documentos, publicación de documentos y envío de mensajes. Se comunica con el módulo del Agente del usuario para llevar a cabo estas funciones.

Deberá proporcionar acceso a todos los servicios del sistema. Este módulo es de suma importancia puesto que permite la interacción usuario-sistema, lo que proporciona la funcionalidad al último. La interfaz del usuario debe ser capaz de conectarse o comunicarse con el módulo de agente de usuario que será su puerta de entrada al sistema.

Proporcionar una vista al usuario de los servicios del sistema: La interfaz del usuario le permite a este interactuar con el sistema, es decir proporcionarle ciertas entradas para que el sistema le regrese una respuesta favorable. La interfaz:

- ⌚ Muestra al usuario los menús, botones y campos para ingresar información que el sistema requiere y realizar los servicios que el usuario solicite. El usuario puede, a través de la interfaz solicitar registrarse en el sistema, iniciar sesión, publicar y buscar documentos, buscar personas, enviar mensajes, ingresar comentarios y cada una de dichas acciones enviará al usuario a una pantalla para continuar con la petición.
- ⌚ Permite el despliegue de información para el usuario. La interfaz también hace posible que el usuario pueda recuperar la información solicitada y desplegarla de alguna manera en su dispositivo.

Bases de Datos

En este módulo, se contemplan dos bases de datos (repositorios) dentro del sistema. Una de ellas estará ubicada dentro del servidor y contendrá aquellos documentos que introduzcan los miembros o usuarios del sistema; también almacenará los perfiles de usuario para identificar sus requerimientos de información. Existe otra base de datos en uno de los clientes (PC) donde se almacenarán documentos recientemente consultados por el cliente para que pueda tener acceso a ellos y revisarlos sin estar en línea. Una vez conocido el funcionamiento de cada módulo y las relaciones entre ellos, podemos definir a grandes rasgos las funciones que deben desempeñar para lograr la funcionalidad esperada.

Base de datos del grupo: Esta presente en el servidor y contiene la información y perfiles de los miembros y los documentos del grupo.

Repositorio Local: Se encuentra solamente en el cliente de tipo PC y contiene los documentos recientes de un miembro en particular para que puedan ser examinados sin estar en línea.

- ⌚ **Almacenar documentos**
 - Introducir documentos
 - Extraer documentos
 - Eliminar documentos
- ⌚ **Almacenar perfiles y grupos de trabajo**
 - Altas
 - Agrupación
 - Bajas
- ⌚ **Almacenamiento temporal en el cliente**
 - Historial

IV. Conclusión y Trabajo a Futuro

Esta arquitectura es un proyecto de investigación que busca englobar dos aspectos importantes de las tecnologías de la información; por un lado los ambientes colaborativos de trabajo y por el otro, las tecnologías wireless. Los primeros son útiles debido a que permiten a los usuarios de un sistema o aplicación tener conciencia de que aún estando en su propia estación de trabajo forman parte de un grupo y las actividades se pueden realizar conjuntamente. En un ambiente colaborativo, los usuarios pueden estar en constante interacción lo que brinda retroalimentación, fomenta discusiones y agiliza el cumplimiento de un mismo fin. Las tecnologías wireless, por su parte, nos brindan la capacidad de trasladar el ambiente a cualquier lugar y en cualquier momento lo que desaparece la limitante de estar sentado frente a una computadora para poder ingresar al sistema. El tipo de arquitectura que planteamos puede ser útil a varios sectores de población:

Profesionistas

- Proporcionan problemas reales y actuales del sector productivo
- Requieren modernización tecnológica

Investigadores/Docentes

- Proporcionan material de apoyo
- Requieren investigación orientada y en grupo

Estudiantes

- Requieren enculturación

Actualmente el proyecto de creación de una arquitectura de colaboración mediante dispositivos móviles aplicada a la administración del conocimiento se encuentra en una fase previa al desarrollo (análisis y diseño). Durante los próximos meses se iniciará la fase de desarrollo (programación), implementación y pruebas que permitan hacer tangible su funcionalidad (desempeño, usabilidad y personalización). Se plantea lograr resultados de interacción con emuladores de dispositivos limitados para que en determinado momento y si se cuenta con la tecnología adecuada y al alcance se traslade a los dispositivos mismos. Se pensó en una aplicación orientada al conocimiento debido a la convicción de que el crecimiento social, cultural, económico, está fuertemente asociado con el nivel de conocimiento adquirido y aplicado. Asimismo, el presente trabajo se enfoca a la adquisición de conocimiento o aprendizaje en un nivel de estudios superiores o aprendizaje en adultos, ya que el aprendizaje colaborativo se adapta a las necesidades de este sector.

Agradecimientos

Los autores agradecen al CONACYT y al Instituto Politécnico Nacional, en particular al CIC, ESCOM y COFFA el apoyo para la realización de este trabajo.

Referencias

- [1] Román Julián, Rebeca, Domínguez López Alejandro (2002). "Integración Efectiva de los Sistemas de Información, un modelo de apoyo". CNCIIC Octubre 2002. Guadalajara, Jalisco.Mexico.
- [2] Kampfner, Roberto R (1998)., "La interacción de Sistemas de Información: Ejemplos de Apoyo Efectivo a la Función". Soluciones Avanzadas. Mexico.
- [3] Daniel E. O'Leary. Enterprise Resource Planning Systems: Systems, Life Cycle, Electronic Commerce, and Risk. ISBN: 0521791529
- [4] Murrell G. Shields, E-Business y ERP: Rápida Instalación y Planificación de Proyectos. ISBN: 0471406775.
- [5] Jalal Fegghi, Jalil Fegghi, Peter Williams (1999), "Digital Certificates, Applied Internet Security". Addison Wesley.
- [6] <http://www.grupoges.com.mx/scemain.htm>
- [7] <http://www.neotec.cc/soluciones/empresas/contesco/>
- [8] <http://www.ciber-tec.com/fwgal.htm>
- [9] <http://www.cio.com/research/erp/>

Extracto Curricular

Chadwick Carreto Arellano es candidato a Doctor en Ciencias por el Centro de Investigación en Computación del IPN (2006), obtuvo su Maestría en Ciencias Computacionales por Centro de Investigación en Computación del IPN, México (2004) y es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Morelia, Michoacán, México (1998). Actualmente es Profesor - Investigador Titular en la Escuela Superior de Computación del IPN, México, y sus áreas de interés son: comunicaciones inalámbricas, cómputo ubicuo, seguridad computacional e Ingeniería de Software.

Sistema computacional aplicado al control de variables climáticas

Rubén Ortega González, José Sánchez Juárez, Fabiola Ocampo Botello, Roberto de Luna Caballero
Instituto Politécnico Nacional, D. F., rortegag@ipn.mx, jsanchezj@ipn.mx, focampob@ipn.mx, rdeluna@ipn.mx

Resumen.- Se presenta el diseño e implementación de un sistema automático computarizado para el control de las diferentes variables climáticas que intervienen en invernaderos de tipo industrial; las variables que se controlaron son la temperatura, la luz, la humedad y el pH. En la implementación de este proyecto se utilizaron cuatro microcontroladores para vigilar los sensores de estas variables y los actuadores para poder acondicionar el invernadero a los climas de plantas seleccionadas. La utilización de dispositivos comerciales de bajo costo en el desarrollo de este proyecto permitió abaratar el precio del sistema, sin debilitar una arquitectura eficiente, permitiendo una sencillez de interconexión del sistema con un microprocesador o con una computadora personal.

Palabras clave: Clima, control, microcontrolador, programación, variables.

I. Introducción

Las variables climáticas son valores obtenidos de procesos físicos que se desarrollan en el medio ambiente; estas variables son importantes para el crecimiento de seres del reino vegetal, por lo que son medidas en los invernaderos, para llevar con éxito el cultivo de plantas [1].

Las variables climáticas que se consideraron en este proyecto son la temperatura, la intensidad luminosa, el grado de pH, el porcentaje de humedad, las cuales son suficientes para propiciar el crecimiento de plantas en un sistema cerrado, como un invernadero.

Un invernadero es un lugar en donde las plantas pasan el invierno para no morir, es una construcción especial que sirve para crear y mantener las condiciones ambientales apropiadas para el cultivo de especies vegetales; sean verduras, plantas ornamentales o plantas para forestación [3][4]. Posee una estructura de madera, hierro u otros materiales de suficiente altura para que se puedan realizar en su interior las labores que cada cultivo necesita. Es un sistema simple, para captar energía solar a favor de los cultivos, debido a que el clima externo cambia y se necesita monitorear continuamente los factores ambientales del exterior para realizar los ajustes correspondientes a las variables que las plantas necesitan dentro del invernadero. Para poder realizar esto, se pensó en un sistema computacional mediante el uso de microcontroladores que controlan las variables climáticas de acuerdo al tipo de cultivo.

II. Procedimiento metodológico

Se aplicó la metodología de construcción de prototipos que comienza con el análisis de los requisitos para definir el objetivo del prototipo, después se hace un diseño rápido del sistema, para después entrar a una etapa de evaluación. Esta metodología tiene la ventaja de que el prototipo se evalúa para determinar las posibles fallas y corregirlas inmediatamente; este proceso de prueba y error, ayuda a que el prototipo obtenido tenga cada vez mejores características de operación, y con esto cumplir con el objetivo a un bajo costo.

Para cumplir con el objetivo del proyecto, el cual fue diseñar e implementar un Sistema Automático Computarizado para el control de las diferentes variables climáticas que se presentan en Invernaderos de tipo Industrial, se realizó el diagrama a bloques del prototipo, el cual se muestra en la figura 1.

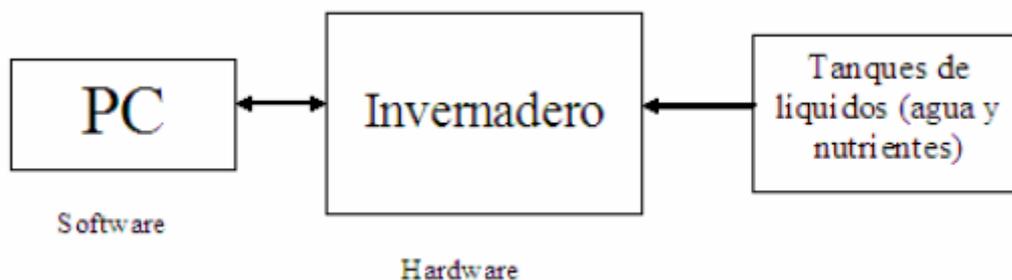


Figura 1 Primer prototipo.

III. Exposición de resultados

Para realizar este sistema se usaron cuatro microcontroladores de bajo costo que realizara varias operaciones, como ADC's, y la comunicación con la PC y los dispositivos para el control; se seleccionaron microcontroladores con las operaciones mencionadas integradas, así que el sistema que se implementó consta de cuatro microcontroladores que hacen las siguientes tareas [2]:

- Micro1: Controla los Sensores externos
- Micro2: Controla los Movimientos externos
- Micro3: Controla los Sensores de las plantas
- Micro4: Controla el flujo de riego

El diagrama a bloques del sistema computacional del control de clima dentro de un invernadero, se muestra en la figura 2.

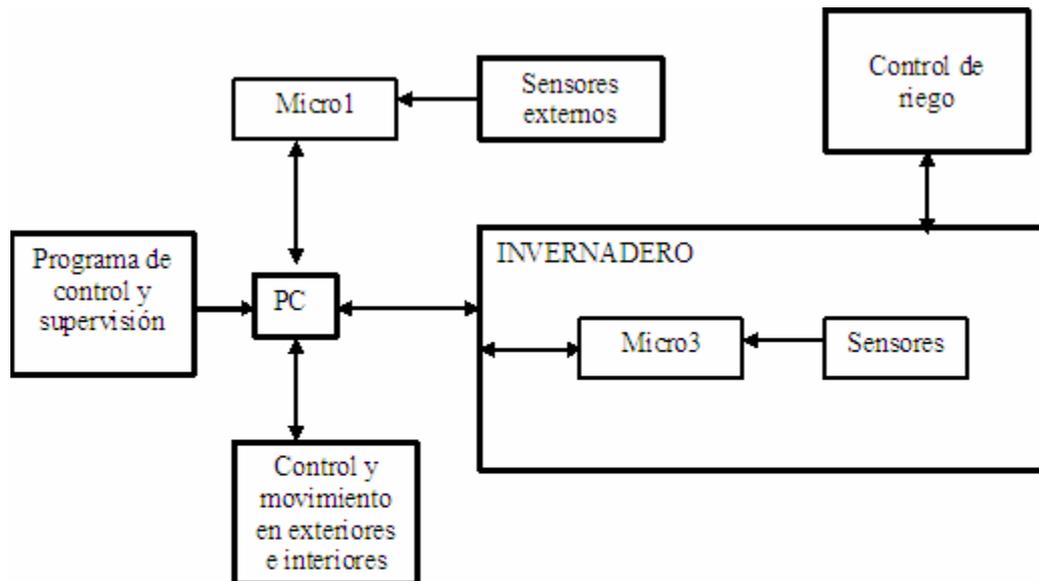


Figura 2 Sistema computacional.

En el invernadero se aplica un protocolo de red para la comunicación entre microcontroladores, los cuales tienen una interfaz UART conectada al puerto serie, que sirve como enlace de comunicación con la PC.

IV. Discusión de resultados

Existen microcontroladores de diferentes precios, de las marcas Motorola, Atmel, Microchip, entre otros.

Se seleccionaron los microcontroladores de los fabricantes Atmel y Microchip, debido a que usan la tecnología del Conjunto de instrucciones reducidas de computación (RISC, *Reduced Instruction Set Computer*), ya que se facilita la programación de estos microcontroladores, además de que tienen integrado un convertidor A/D y emplean la interfaz UART.

La arquitectura aplicada a este sistema computacional es modular, capaz de soportar una programación estructurada, facilitando la modificación o mejoramiento del sistema; ya que permite agregar otros módulos que complementarán al sistema de control de variables climáticas; tiene la opción de agregar una interfaz amigable, permitiendo ser operado por personas con conocimientos mínimos de computación.

Este sistema tiene la facilidad de medir y modificar las variables climáticas dentro del ambiente cerrado.

V. Conclusiones

Finalmente el trabajo se concluyó satisfactoriamente ya que se alcanzaron los objetivos y metas planteadas al inicio del proyecto. Esto es, se seleccionó, diseñó y cotizó la estructura del invernadero de acuerdo al tipo de plantas que se desea cultivar, así como a las características del medio donde se desea implantar que particularmente es en las áreas verdes de la Escuela Superior de Cómputo, aquí cabe aclarar que debido a la falta de recursos no se ha podido instalar, sin embargo, el diseño electrónico de supervisión y control si se implementó. Es importante mencionar que aún cuando no se ha instalado la estructura del invernadero, se diseñó un prototipo de este, que sirve de referencia para estimar el comportamiento del invernadero real.

También se programó el microcontrolador en ensamblador, sin embargo la programación se puede realizar en visual C++.

Otras características que se pueden adicionar al sistema es una interfaz amigable para usuarios inexpertos y tratar de abaratar aun más el costo del sistema.

Referencias

- [1] Baixauli, C, Aspectos prácticos del control ambiental para hortalizas en invernadero. Ed. Fundación Cultural y de Promoción Social, (1996).
- [2] Benavente, R.M.; García, J.L.; Pastor, M.; Luna, L.; Nolasco, J, Sistemas para la automatización de los invernaderos, Vida Rural N° 118. 66-70, (2000).
- [3] Díaz, J.R.; Pérez, J, Tecnología de invernaderos. Curso superior de especialización, Ed. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería (FIAPA), (1994).
- [4] Matallana, A; Montero, J.I, Invernaderos. Diseño, construcción y ambientación, Ed. Mundi-Prensa, (1995).

Extracto Curricular

Rubén Ortega González. Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones. ESIME, IPN. Maestría en Ingeniería de Sistemas, SEPI ESIME IPN, Profesor Titular e investigador de la ESCOM IPN.

José Sánchez Juárez. Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones. ESIME, IPN. Candidato a la Maestría en Instrumentación Electrónica, SEPI ESIME IPN, Profesor de la ESCOM IPN. Director de Trabajos terminales y proyectos de investigación.

Sistema de un Guante de Datos con Fibra Óptica de Vidrio

Oscar Carranza Castillo, Alma Adame Moreno, Rebeca Peregrino Hernández,
Escuela Superior de Cómputo Depto. de Sistemas Electrónicos, Instituto Politécnico Nacional, México, D.
F. C. P.
07738. Tel. +(55)57296000 Ext. 52022. Fax Ext. 52003
correo-e: ocarranzac@ipn.mx, arafatmine@yahoo.com.mx, rphmetallica@hotmail.com

Resumen.- Este Trabajo presenta el diseño y la construcción de un guante de datos que detecta los movimientos de los dedos de la mano derecha, de manera que a través de algún sistema de captura puedan ser procesada por algún otro equipo electrónico, por ejemplo una PC. El guante esta construido por sensores de curvatura con fibras ópticas. La fibra óptica empleada es de vidrio 50/125 μ . En cada uno de los dedos se colocan dos sensores de curvatura de forma que se detecten de forma más real los movimientos de cada uno de los dedos de la mano. Para minimizar las fluctuaciones del trasmisor óptico y los movimientos de la mano o del brazo que nos generan variaciones de la señal óptica que no son deseadas, se le implementa una etapa de compensación óptica para dicho fin. El sistema del guante proporciona 10 salidas analógicas, dos por cada uno de los dedos y cada una de las salidas entrega niveles de voltaje de 0 a 5V para poder ser introducidos a un sistema de digitalización que permita utilizar los datos en alguna aplicación deseada.

Palabras clave: Fibra óptica, Guante de Información, Sensor de curvatura, Sistema de compensación.

I. Introducción

Como sabemos hoy en día, uno de los accesorios más famosos para la realidad virtual es el guante de datos. El guante se utiliza para localizar la posición y la orientación de la mano, además de la flexión y deflexión de los dedos de las personas. Existen varios tipos de guantes comerciales, la principal diferencia que existe entre ellos es la forma de sensar los movimientos de la mano, así como el tipo de sensores que se utilizan, a continuación mencionaremos las desventajas, en comparación con nuestro sistema, de algunos tipos de guantes comerciales que se fabrican para diferentes aplicaciones y los sensores utilizados. La desventaja del Sistema Electromecánico es que requiere de un proceso de calibración al inicio de cada jornada. El sistema con sensores de curvatura es que requiere un puente de wheatstone, lo cuál complica la implementación de este dispositivo. El sistema de galgas extensiométricas nos entrega un valor de voltaje muy pequeño, por tanto necesita una etapa de amplificación para que sea más visible. El sistema con fibra óptica es una tecnología que usa un sensor de fibra óptica sobre cada dedo[1]. En los extremos de las articulaciones de los dedos, la pared de la fibra es tal que ninguna luz se absorbe cuando la fibra es recta (sin doblarse), en cambio, cuando la fibra se dobla las cantidades de luz disminuyen. La fibra óptica es tan sólo una diminuta varilla que bien puede ser de vidrio o de plástico con un gran índice de refracción mediante la cual se transmiten haces de luz, que previamente modulados transmiten información de un punto a otro con una calidad de comunicación inimaginable por otros medios. La fibra ha marcado un parte aguas en el mundo de las telecomunicaciones a parte de otras muchas ramas. Es importante establecer en una fibra óptica, que al modificar alguna característica física, como la curvatura de la fibra, su temperatura, o incluso a la influencia de ondas electromagnéticas, pueden hacer cambiar la polarización o la amplitud de manera proporcional a la magnitud de la perturbación, tendremos entonces sensores de esas perturbaciones [2].

II. Desarrollo

Este trabajo presenta el desarrollo de un guante que es capaz de sensar los movimientos de los 5 dedos de la mano, como sensor de curvatura se emplea la fibra óptica y se entregan 10 salidas analógicas, dos por cada dedo, entre un intervalo de voltaje de 0 a 5 volts. Los sensores implementados con fibras ópticas pueden dividirse básicamente en dos categorías: sensores de fase modulada y sensores de intensidad modulada. Éstos últimos, generalmente son asociados con desplazamiento o alguna otra perturbación física que interactúa con la fibra

o con algún transductor mecánico acoplado a la fibra. La perturbación causa un cambio en la intensidad de luz recibida, lo cual es una función del fenómeno que esta siendo medido [3]. El cambio que vamos a generar es en relación al cambio del ángulo crítico. Cuando la fibra es doblada, el ángulo crítico efectivo es disminuido. Por lo tanto, los rayos que inciden entre la variación generada en el ángulo crítico se perderán a través del recubrimiento óptico de la fibra.

Guante

Para su implementación se emplea un guante de lycra, ya que este material tiene la característica de ajustarse anatómicamente a la mano humana y permitir los movimientos de los sensores con mayor naturalidad. Sobre el guante de lycra se fija la fibra óptica, ajustada de manera que se acople a una de las articulaciones de los dedos para provocar en la fibra la variación que nos permite sentir la pérdida de potencia óptica, cuando se mueva el dedo donde se tiene montada la fibra.

El sensor de curvatura con fibra óptica

El sensor es del tipo modulado en intensidad, opera bajo el fenómeno de curvaturas en la fibra óptica, cuando se genera una curvatura o movimiento en el dedo, se obtiene una variación en el ángulo de reflexión de la luz que viaja a través de la fibra óptica sensora; esto genera pérdidas en la potencia óptica transmitida por dicha fibra, lo cual se relaciona con el movimiento del dedo [4]. La fibra óptica empleada es de plástico, ya que presenta las mayores pérdidas al generar las curvaturas en relación con las fibras ópticas de vidrio, y tiene un diámetro $50\mu\text{m}$ en su núcleo y $125\mu\text{m}$ en su recubrimiento óptico con protección mecánica. Para la implementación del sensor, se utiliza un transmisor óptico, el cual, es una fuente de luz con potencia óptica constante, con el fin de que la fluctuaciones que se reciban sean del movimiento del dedo que contiene la fibra y no de la variaciones que tenga la fuente óptica.

Otro de los elementos del sistema es un receptor óptico, el cual tiene la finalidad de convertir la señal óptica en una señal eléctrica y así poderla trabajar. La Figura 1 muestra el sistema con sus elementos básicos.

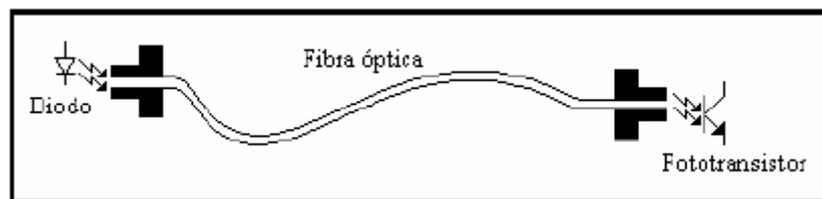


Figura 1. Esquema del sensor.

Para cada dedo se emplean tres fibras ópticas. La distribución de las fibras obedece a los movimientos reales de las articulaciones, esto es como se mueven el falange, el falangina y la falangeta. El montaje de cada una de las fibras se muestra la Figura 2.

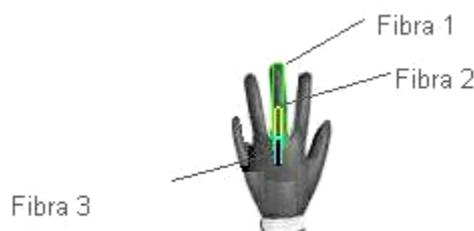


Figura 2. Montaje de los sensores en el guante de lycra.

El modelo del montaje de las fibras muestra solo un dedo por simplicidad, pero este se realiza para cada uno de los dedos de la mano. Analizando los movimientos de los dedos, la falangina y la falangeta se mueven al mismo tiempo y no por separado, de esta manera la fibra 1 detecta los movimientos de la falangeta con relación al falange. La fibra 2 detecta el movimiento del falange con relación al metatarso y es de compensación para el movimiento de la falangeta y la fibra 3 es de compensación para el falange.

La Figura 3 es una fotografía de cómo se colocan las fibras físicamente sobre el guante, la región encerrada por azul es el área donde se coloca la fibra 1, la región encerrada por amarillo corresponde a la fibra 2, y la región encerrada por rosa corresponde a la fibra 3, cuya función dentro del sistema fue descrita anteriormente, al explicar la Figura 2.



Figura 3. Fibra óptica montado en el guante

En total se tienen 15 fibras montadas en el guante, ya que se tienen 3 fibras por cada dedo. La Figura 4 muestra todas las fibras ópticas montadas sobre el guante.



Figura 4. Fibras montadas sobre todo el guante

Transmisor óptico

Las variaciones de potencia óptica que se van a detectar en los sensores deben ser proporcionadas solo por las curvaturas producidas en la fibra óptica y no por las fluctuaciones de la fuente óptica; ya que la potencia que emite una fuente óptica varía de acuerdo con el envejecimiento y con el cambio de temperatura del ambiente, entre otros factores. Por lo cual se debe construir una fuente óptica que tenga una buena estabilidad de la potencia óptica emitida. Dadas las características de cada una de las fuentes ópticas y el tipo de fibra óptica empleada se decidió utilizar un diodo emisor de luz (LED) [5] debido a que la señal que se desea introducir al sensor es continua por lo que no requiere un ancho de banda grande, se desea un bajo costo, circuitos simples para su fácil implementación y reproducción. Para realizar el transmisor solo se alimenta el LED con una corriente de 10 mA, la cual se limita a través de la resistencia [5], el LED empleado es el IR333C. Como el sistema del sensor implementa una etapa de compensación, la cual trata de minimizar las diversas variaciones de la potencia óptica que no dependan de los movimientos del dedo o sensor de curvatura. Esto hace que no sea tan crítica la estabilidad de la potencia óptica de salida del transmisor. La Figura 5 muestra el circuito empleado para el transmisor óptico del LED. En el sistema sólo se utiliza cinco transmisores ópticos, uno por cada una de las fibras de cada dedo. Las tres fibras se colocan en un solo conector, esto permite darle una igual potencia a las tres fibras del dedo, además por el diámetro de las fibras que es de 50/125 μ m, las tres se pueden colocar en un solo conector, con lo cual se asegura que detecten la misma variación de luz y no que además dependan de más transmisores ópticos con diferentes características, lo cual generaría más problemas a resolver.

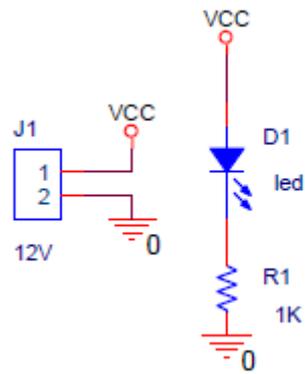


Figura 5. Transmisor Óptico

Receptor

El receptor tiene la función de convertir la potencia óptica proveniente de la fibra óptica en una señal eléctrica mediante algunos dispositivos electrónicos y optoelectrónicos, debido a que la amplitud de la señal óptica que sale de la fibra óptica contiene la información referente a la curvatura que se tiene en cada articulación. Se selecciona el fototransistor por su alta respuesta, debido a que la luz que se obtiene de la fibra es muy baja y se requiere una amplificación la cual en inicio se obtiene por la beta del fototransistor. Se emplea un fototransistor PT331C, en este caso si se tiene que emplear un fototransistor por cada una de las fibras ópticas, por lo que se tiene que utilizar quince fototransistores.

Sistema de compensación

La etapa de compensación, es parte esencial del guante de datos, ya que a diferencia de los anteriores guantes con fibra óptica que se implementan, este debe permitir minimizar las fluctuaciones del transmisor óptico y las pérdidas por curvatura en la fibra óptica que no son referentes a los movimientos de las articulaciones de los dedos de la mano donde se encuentran alojadas las fibras óptica. También se trata de minimizar el problema de los fototransistores que no cuentan con las mismas características de fabricación (Ganancia en corriente, β), aun cuando sea la misma matricula. De forma de no calibrar cada vez que se use el guante.

Para la etapa de compensación de este trabajo, se utiliza la Técnica de Desvío de la Señal de Monitoreo [6], ya que se acopla más a las necesidades y características del sistema, debido a que emplea una fibra óptica sensora y una fibra óptica de referencia, la cual debe de seguir la trayectoria de la fibra sensora a excepción del momento en que actúa la perturbación física en la fibra, emplea solo un divisor de haz de 3 dB y dos receptores idénticos.

Como se menciono anteriormente, en cada dedo se emplean 3 fibras ópticas para lograr medir la curvatura en cada una de las articulaciones de los dedos, en la Figura 3 y 4 se aprecia la colocación de estas fibras en el dedo. Así, la fibra 1 nos sirve como sensor de curvatura para medir el movimiento de la falangina y la fibra 2 nos sirven en este caso como fibra de referencia. Para detectar los movimientos del falange la fibra 2 nos sirve como sensor de dicho movimiento y la fibra 3 nos sirve como fibra de referencia para este movimiento. La fibra 2 nos sirve como fibra sensora ó fibra de compensación dependiendo de en que articulación medimos la curvatura, así evitamos colocar otra fibra que funcionará como fibra de compensación, con lo que se reducen costos y la cantidad de fibra a utilizar de manera que no se haga tan incomodo todo el guante.

Para la parte de recepción de las señales ópticas la técnica de desvío de la señal de monitoreo, solicita que se tenga dos receptores con las mismas característica. Por lo que se implementan dos PT331C para este fin, dado que puede variar la β de cada uno de estos fototransistores se realiza una etapa de acondicionamiento para que dicho problema no afecte la etapa de compensación. Como el principio que se emplea, es que la corriente fotogenerada en el fototransistor se pase a través de un resistor y por ley de ohm obtener un voltaje para un mejor manejo de la señal, se coloca un resistor variable (trimpot de 20 vueltas) que permita el ajuste de este resistor y así conseguir que se tenga la misma respuesta en cada receptor. Una vez obtenidos los receptores iguales se pasa a un proceso de restar la señal de referencia a la

señal sensada de tal manera que se obtiene la variación del voltaje dependiendo de la curvatura en el dedo donde esta montado el sensor. Además como se desea que las variaciones del voltaje de salida debido a la curvatura sean en el intervalo de 0 a 5 volts; se implementa un amplificador de instrumentación para realizar ambas funciones. Se optimiza en este circuito la característica que se tiene con la fibra 2, de usarse como sensora y de compensación según sea el caso. La Figura 6 muestra el diagrama eléctrico de para un solo dedo entregando 2 señales de salida una por cada movimiento del dedo. La Figura 7 muestra el impreso del sistema de un dedo.

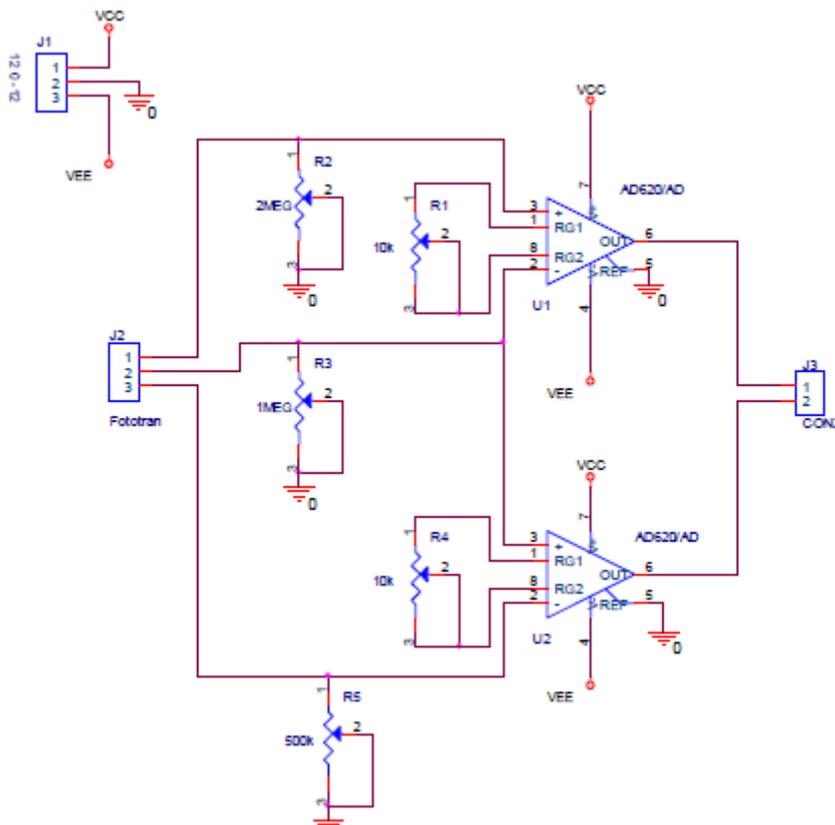


Figura 6. Diagrama esquemático de sistema de compensación de un dedo.

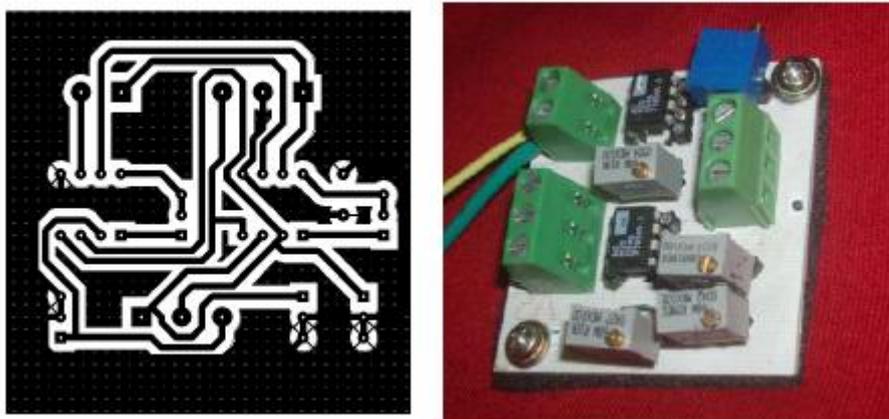


Figura 7. Impreso del sistema de compensación de un dedo.

La Figura 8 muestra el montaje de todas las fibras sobre el guante.



Figura 8. Guante de datos con las fibras ópticas montadas.

III. Resultados Experimentales

Los resultados obtenidos por el guante de información en cada uno de los sensores de curvatura fueron muy favorables, ya que se adaptaron a las necesidades que se tienen y permiten corroborar la parte teórica que se tiene. A continuación se muestran los resultados obtenidos en el dedo medio, en la Tabla 1 se muestran los resultados para el sensado de los movimientos de la falangeta, la fibra 1 corresponde a la fibra sensora del movimiento de la falangeta con relación a la falange, mientras que la fibra 2 corresponde a la fibra de compensación de la falange.

Tabla 1. Voltajes para el sensado de los movimientos de la falangeta.

Ángulo de Inclinación	Voltaje en fibra de comp. (mV)	Voltaje en fibra sensora (mV)	Voltaje en el sistema de comp. (V)
0°	40	40	0.00
5°	40	39.90	0.32
10°	40	39.80	0.64
15°	40	39.76	0.96
20°	40	39.69	1.28
25°	40	39.61	1.60
30°	40	39.53	1.50
35°	40	39.47	1.82
40°	40	39.38	2.14
45°	40	39.30	2.46
50°	40	39.23	2.78
55°	40	39.15	3.10
60°	40	39.07	3.42
65°	40	38.99	3.32
70°	40	38.92	3.64
75°	40	38.84	3.96
80°	40	38.76	4.28
85°	40	38.69	4.60
90°	40	38.60	4.98

En la Figura 9 se muestra la graficación para los voltajes de salida provocados por la fibra de compensación y la fibra sensora, cuando se sienten los movimientos de la falangeta.

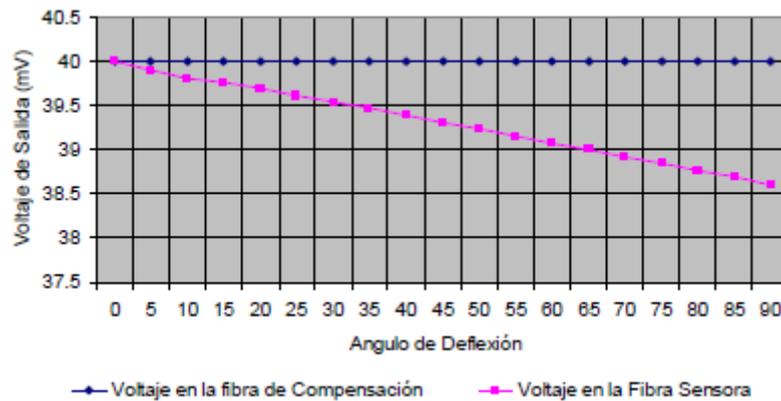


Figura 9. Voltajes de salida para la fibra de compensación y la fibra sensora en la falangeta.

En la Figura 10 se muestra la graficación del voltaje a la salida del sistema de compensación, al sentir los movimientos de la falangeta, nótese que la respuesta es lineal.

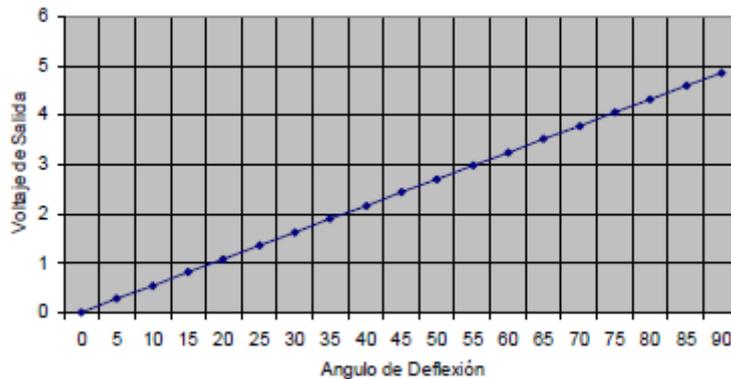


Figura 10. Voltajes de salida del sistema de compensación de la falangeta.

En la Tabla 2 se muestran los resultados para el sensado de los movimientos de la falange con relación al metatarso, aquí es la fibra 2 la que corresponde a la fibra sensora, mientras que la fibra 3 es nuestra fibra sensora. Cabe mencionar que los datos en la fibra de compensación y en la sensora son diferentes a los de la tabla en cada uno de los dedos, pero el voltaje de cada uno de los dedos es el mismo o sumamente parecido con una desviación de $\pm 20\text{mV}$. Esto se debe a que el sistema de compensación se hace el ajuste por medio de los potenciómetros.

TABLA 2. Voltajes para el sensado de los movimientos de la falange.

Ángulo de Inclinación	Voltaje en fibra de comp. (mV)	Voltaje en fibra sensora (mV)	Voltaje en sistema de comp. (V)
0°	38.5	38.50	0.00
5°	38.5	38.42	0.32
10°	38.5	38.34	0.64
15°	38.5	38.28	0.96
20°	38.5	38.19	1.28
25°	38.5	38.11	1.60
30°	38.5	38.03	1.92
35°	38.5	37.97	2.24
40°	38.5	37.88	2.56
45°	38.5	37.80	2.88
50°	38.5	37.80	3.20
55°	38.5	37.65	3.52
60°	38.5	37.57	3.84
65°	38.5	37.49	4.16
70°	38.5	37.42	4.48
75°	38.5	37.34	4.80
80°	38.5	37.26	4.96
85°	38.5	37.16	4.98
90°	38.5	37.10	4.98

En la Figura 11 se muestra la graficación para los voltajes de salida provocados por la fibra de compensación y la fibra sensora, cuando se sienten los movimientos de la falange.

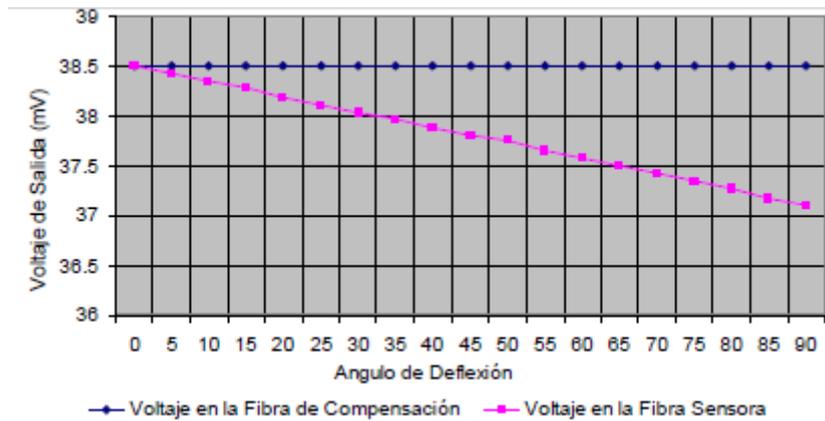


Figura 11. Voltajes de salida para la fibra de compensación y la fibra sensora de la falange.

En la Figura 12 se muestra la graficación del voltaje a la salida del sistema de compensación, cuando se sienten los movimientos de la falange, nótese que la respuesta es lineal.

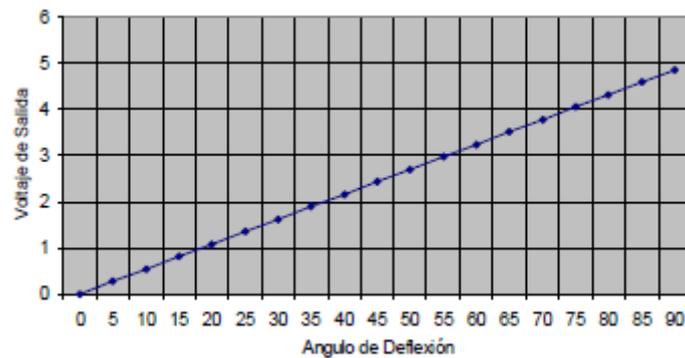


Figura 12. Voltajes de salida del sistema de compensación de la falange.

En la Figura 13 se muestra todo el guante con sus transmisores ópticos, receptores ópticos y sistemas de compensación de cada uno de los dedos.

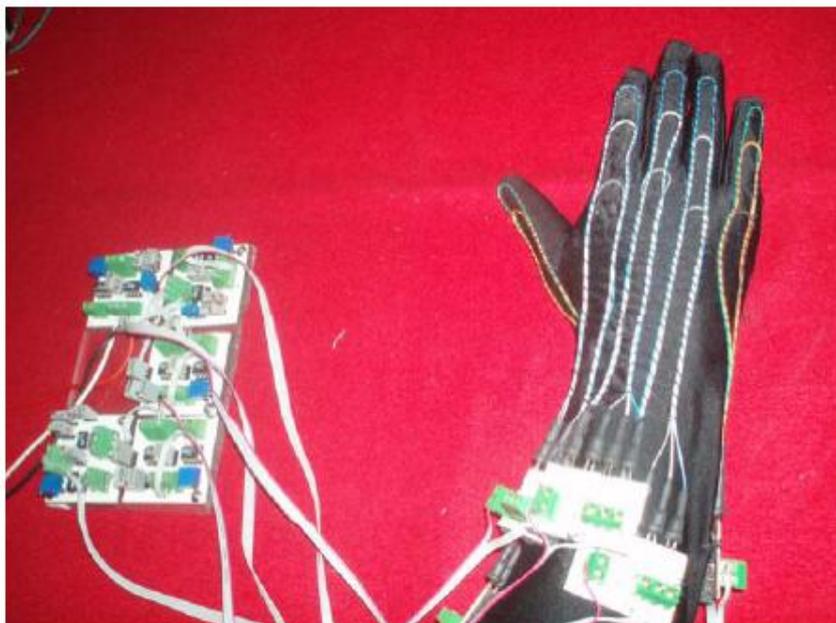


Figura 13. Guante de datos con fibras ópticas.

IV. Conclusión y Trabajos Futuros

Se demuestra que la fibra óptica puede ser empleada como elemento sensor y en este caso en particular se emplea como un sensor de curvatura que permite captar los movimientos de las articulaciones de la mano, ofreciendo las bondades de la fibra. Después de la recepción de la señal y una vez convertida la señal óptica en eléctrica, en conjunto con los sistemas de compensación, se entregan a la salida niveles de voltaje que permiten su fácil conversión de la señal analógica a digital para su posterior procesamiento. Lo que se busca con este guante es darle una aplicación real, el siguiente paso es la construcción de una mano mecánica la cuál reproducirá los movimientos que el usuario haga con el guante, además de que se buscará la transmisión por Internet de estos datos y una transmisión en video en tiempo real (para que sirva como referencia al usuario), así la mano mecánica podrá encontrarse a distancias muy lejanas, pero reproducir con exactitud los movimientos de la mano. Una ventaja más del sistema es su comportamiento lineal el cual se aprecia claramente en la Figura 10. Finalmente con la implementación adecuada el guante podrá usarse para realidad virtual, el manejo de sustancias peligrosas, u operaciones a larga distancia. Y se pretende que pueda remplazar a las galgas extensiométricas las cuales tienen un tiempo de envejecimiento muy grande. Solo se debe de cambiar mejor el LED infrarrojo por un Diodo Laser para poder hacer que se inyecte más potencia óptica en la fibra con lo cual se conseguiría que la respuesta en cada uno de los fototransistores fuera más grande lo cual lo haría menos susceptible al ruido.

REFERENCIAS

- [1] O Carranza, F Avila, J Sarro, J Nolasco, A Adame, "La fibra como sensor de deflexión" ROC&05, Nov 2005
- [2] Giollorezi , T. Buraco, J. Anthony Dandridge, G. 1982. "Optical Fiber Sensor Technology" in J. of Quantum Electronics, 18, 4, pp 626-664.
- [3] Krohn, D. 1988. "Fiber Optic Sensor, Fundamentals and Applications", Instrument Society of America.
- [4] Keiser, G. "Optical Fiber Comunications", McGraw-Hill
- [5] Albanese, A. 1978 "An Automatic Bias Control ABC circuit for injection laser", in Bell System Tech. Jour., Vol. 57, No. 5, pp 1533-1544,
- [6] Murtaza, G. Señor, J. 1993 "Referencing Strategies for intensity modulated optical fibre sensors: a review" in Optical & Laser Technology, Vol. 25, No. 4, pp. 235-245,

EXTRACTOS CURRICULARES

Oscar Carranza Castillo es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica, con especialidad en Electrónica en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional, es Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica con especialidad en Instrumentación de la Sección de Estudios de Graduados en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional. Desde 1999 Profesor Investigador en la Escuela Superior de Cómputo de tiempo completo en el Departamento de Sistemas Electrónico desarrollando proyectos de instrumentación, sensores con fibras ópticas, sistemas de adquisición de datos y de electrónica, principalmente sensores con fibra óptica. Becario COFAA.

Alma Reyna Adame Moreno estudiante de sexto semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal, México, CP 07738, México. Becaria PIFI.

Rebeca Peregrino Hernandez estudiante de octavo semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México, CP 07738, México.

Nueva Clase de Filtro L para Supresión de Ruido en Imágenes

Jose Luis Varela-Benitez, Francisco Javier Gallegos-Funes

Instituto Politécnico Nacional de México,

Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, U. P. Zacatenco,

Av. IPN s/n, Edificio Z, Acceso 3, 3er. piso; Col. Lindavista, 07738, México D.F., México,

email: jlvarel@hotmail.com, fgallegosf@ipn.mx, Tel/Fax: 57296000 ext:54622.

Resumen.- En este artículo presentamos una nueva clase de filtro L para suprimir el ruido impulsivo en imágenes digitales. El filtro propuesto utiliza combinaciones de orden estadístico en su esquema de filtrado. Para mejorar las capacidades de supresión de ruido impulsivo introducimos en el filtro propuesto el estimador de Rango tipo M (RM) así como un detector de impulsos. Utilizamos las funciones de influencia Simple, Seno de Andrews y Tukey, así como diferentes funciones de distribución para calcular los coeficientes de ponderación del filtro propuesto. Los resultados de extensas simulaciones demuestran que el filtro propuesto logra el balance entre supresión de ruido y preservación de detalles en comparación con otras variantes de filtros basados en combinaciones lineales de orden estadístico.

Palabras clave – Filtrado de Ruido, Orden Estadístico, Estimador RM, Filtro L .

Abstract - In this paper, we present a new class of L -filter to suppress the impulsive noise in image processing applications. The proposed filter uses the linear combinations of order statistics in its filtering scheme and to improve the impulsive noise suppression capabilities we introduce in the proposed filtering approach the Rank M-type (RM) estimator. We use the simple, Andrew's sine, and Tukey influence functions and different distribution functions to calculate the weighted coefficients of proposed filter. Extensive simulation results demonstrate that the proposed filter outperforms the balancing between noise suppression and detail preservation in comparison with other variants of linear combinations of order statistics based filters.

Keywords: Noise Filtering, Order Statistics, RM-estimator, L -filter.

I. Introducción

Diferentes clases de filtros han sido propuestos para remover ruido en imágenes [1, 2]. Estos son clasificados en varias categorías dependiendo de aplicaciones específicas. Los filtros Lineales son eficientes para remover ruido Gaussiano pero a menudo distorsionan los contornos y tienen un pobre desempeño ante el ruido impulsivo [1, 2]. Los filtros No Lineales son diseñados para suprimir ruido de diferente naturaleza, pueden remover ruido impulsivo y garantizan la preservación de detalles. Estos han probado ser excepcionalmente útiles en aplicaciones de restauración de imágenes. Debido a sus propiedades de robustez, algunos de estos filtros se han utilizado cuando las imágenes son corrompidas por ruido no Gaussiano [1, 2].

Una de las mejores clases conocidas de filtros no lineales es la basada en el orden estadístico [3]. Esta utiliza el concepto de ordenamiento de datos [4, 7]. Entre estos están los filtros L cuya salida es definida como una combinación lineal de orden estadístico [1-7]. Algunos ejemplos de los filtros L son los filtros combinados (C- L) [5] y el filtro L normalizado de promedios mínimos cuadrados (NLMS- L) [6]. Recientemente, presentamos los filtros de Rango tipo M de K vecino cercano (RM-KNN) [8, 9] para remover ruido impulsivo en aplicaciones de procesamiento de imágenes. Estos filtros son basados en la combinación del filtro KNN [2] y el estimador RM [8, 9]. El uso del algoritmo KNN provee una buena preservación de detalles. Los estimadores RM utilizan la combinación del estimador R y del estimador M con diferentes funciones de influencia para mejorar la supresión de ruido y la preservación de detalles [9].

En este artículo, presentamos una nueva clase de filtro L . El esquema de filtrado propuesto utiliza el estimador RM dentro del filtro L de acuerdo con la aproximación de filtrado RM-KNN [9]. El uso del estimador RM con la función de influencia de corte simple, seno de Andrews y Tukey [1-3, 9] en el filtro L mejora las propiedades de supresión de ruido y preservación de detalles en comparación con otras clases de filtro L . También introducimos el uso de un

detector de ruido impulsivo [10] en el esquema de filtrado propuesto para mejorar las propiedades de supresión de ruido y preservación de detalles.

Además utilizamos las funciones de distribución exponencial, gaussiana y laplaciana [7] para calcular los coeficientes del nuevo filtro L . Se realizaron extensas simulaciones en diferentes imágenes con diferentes porcentajes de ruido impulsivo. El criterio utilizado para comparar el desempeño de restauración de varios filtros fue la *relación pico de señal a ruido* (PSNR) para evaluar la supresión de ruido y el *error absoluto medio* (MAE) para cuantificar la preservación de contornos y detalles finos [1, 2].

II. Filtro Propuesto

Recientemente propusimos el estimador combinado RM para mejorar la capacidad del filtro KNN. Se demostró que el estimador RM provee buenas propiedades de supresión de ruido impulsivo y preservación de detalles. El estimador RM puede escribirse como [9]:

$$\theta_{RM} = \text{MED}\{X_i \tilde{\psi}(X_i - \text{MED}\{\tilde{X}\}), i = 1, \dots, N\} \quad (1)$$

donde X_i son datos muestreados, $\tilde{\psi}$ es la función normalizada $\psi: \psi(X) = X\tilde{\psi}(X)$ Y $\text{MED}(X)$ es la mediana de los datos muestreados.

En este artículo, proponemos el uso del estimador RM (1) en el esquema de filtrado del filtro L para mejorar sus propiedades de supresión de ruido y preservación de detalles. El filtro L está dado por [1-3, 5-7]:

$$\theta_L = \sum_{i=1}^n a_i \cdot X_{(i)} \quad (2)$$

donde $X_{(i)}, i = 1, \dots, n$ son los datos muestreados ordenados y $a_i, i = 1, \dots, n$ son los coeficientes ponderados del filtro, los cuales son calculados de la siguiente forma [1, 2]

$$a_i = \frac{\int_{\frac{i-1}{n}}^{\frac{i}{n}} h(\lambda) d\lambda}{\int_0^1 h(\lambda) d\lambda} \quad (3)$$

donde $h(\lambda)$ es la función de densidad de probabilidad $f(x)$.

Para introducir el estimador RM en el esquema del filtro L , debemos representar los datos muestreados ordenados del filtro L como función de una función de influencia. Por esta razón, el filtro L se puede escribir como:

$$\theta_L = \sum_{i=1}^n a_i \cdot \psi(x_i) \cdot x_i \quad \psi(x_i) = \begin{cases} 1 & i \leq (2L+1)^2 \\ 0 & \text{otro caso} \end{cases} \quad (4)$$

donde $(2L+1)^2$ es el tamaño de la ventana de filtrado, $\psi(x_i)$ es la función de influencia utilizada en el filtro L y $\psi(x_i) x_i$ son los datos muestreados ordenados de acuerdo a la ecuación (2). Entonces, el nuevo filtro puede ser obtenido por combinación del filtro L (4) y el estimador RM (1), se puede escribir como:

(5)

$$\theta_{RM-L} = \frac{\text{MED}\{a_i \cdot [x_i \cdot \psi(x_i - \text{MED}\{\vec{X}\})], i = 1, \dots, n\}}{a_{\text{MED}}}$$

donde θ_{RM-L} es la salida del filtro propuesto, $x_i \cdot \psi(x_i - \text{MED}\{\vec{X}\})$ son los píxeles seleccionados de acuerdo con la función de influencia en la ventana de filtrado, a_i son los coeficientes ponderados utilizados en el filtro L , y a_{MED} es el coeficiente del filtro L utilizado para obtener la mediana.

Para mejorar la propiedades de supresión de ruido impulsivo del filtro propuesto introducimos un detector de impulsos, este detector elige que píxel es o no filtrado. El detector de impulsos utilizado se define como [10]:

$$[(\text{rangd}(X_{ij}) \leq s) \vee (\text{rangd}(X_{ij}) \geq N - s)] \wedge \left(\left| X_{ij} - \text{MED}(\vec{X}) \right| \geq U_2 \right) \quad (6)$$

Tabla 1. Funciones de influencia usadas en el filtro propuesto

Función de Influencia	Expresión Matemática
Simple	$\psi(X) = \begin{cases} 1, & x_i - \text{MED}\{\vec{X}\} \leq r \\ 0, & x_i - \text{MED}\{\vec{X}\} > r \end{cases}$
Seno de Andrews	$\psi_{\sin(r)}(X) = \begin{cases} \sin(X/r), & x_i - \text{MED}\{\vec{X}\} \leq r \\ 0, & x_i - \text{MED}\{\vec{X}\} > r \end{cases}$
Tukey	$\psi_{\text{bi}(r)}(X) = \begin{cases} X^2(r^2 - X^2), & x_i - \text{MED}\{\vec{X}\} \leq r \\ 0, & x_i - \text{MED}\{\vec{X}\} > r \end{cases}$

donde r es un parámetro propuesto entre 0-255, $|x_i - \text{MED}\{\vec{X}\}|$ es el i -píxel menos la mediana de los píxeles en la ventana de filtrado y X los píxeles en la ventana de filtrado.

Los coeficientes ponderados del nuevo filtro tipo L fueron encontrados utilizando diferentes funciones de distribución [3, 7] en la ec. (3). Las funciones de distribución utilizadas en el filtro propuesto se muestran en la Tabla 2. Los coeficientes son calculados para cada ventana de filtrado debido a que la función de influencia selecciona aquellos píxeles que serán utilizados y entonces se calculan los coeficientes ponderados del filtro L de acuerdo con el número de píxeles seleccionados.

Tabla 2. Funciones de distribución usadas en el filtro propuesto

Función de Distribución	Expresión Matemática
Exponencial	$f(x) = \frac{1}{2} e^{- x }$
Laplaciana	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$
Uniforme (gausiana)	$f(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{1}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & x > b \end{cases}$

III. Simulación de Resultados

Obtuvimos de los experimentos de simulación las propiedades del filtro propuesto y fueron comparadas con otras variantes del filtro L propuestas en la literatura. El criterio utilizado para

comparar el rendimiento de supresión de ruido de los filtros fue la *relación pico de señal a ruido* (PSNR) [1, 2]

$$\text{PSNR} = 10 \cdot \log \left[\frac{(255)^2}{\text{MSE}} \right], \text{dB} \quad (7)$$

y el *error absoluto medio* (MAE) para evaluar la preservación de detalles finos [1, 2]

$$\text{MAE} = \frac{1}{M_0 \cdot N_0} \sum_{i=0}^{M_0-1} \sum_{j=0}^{N_0-1} |e(i, j) - \hat{e}(i, j)| \quad (8)$$

donde $\text{MSE} = \frac{1}{M_0 \cdot N_0} \sum_{i=0}^{M_0-1} \sum_{j=0}^{N_0-1} [e(i, j) - \hat{e}(i, j)]^2$ es el *error cuadrático medio*, $e(i, j)$ es la imagen original; $\hat{e}(i, j)$ es la imagen restaurada; y $M_0 \times N_0$ es el tamaño de la imagen. En nuestros experimentos, se aplicó una ventana de filtrado de 3×3 (i.e. $m, n = -1, \dots, 1$ y $(2L+1)^2 = 9$).

Para determinar las propiedades de supresión de ruido impulsivo de las variantes del filtro, la imagen estándar “Lena” de 256×256 en escala de grises fue corrompida por ruido impulsivo con niveles de 5 y 20%. También, presentamos los resultados de simulación cuando esta imagen se corrompe con varianzas de 0.05 y 0.1 de ruido multiplicativo. La Tabla 3 muestra los resultados de rendimiento en términos de la PSNR en dB y del MAE para la imagen “Lena” degradada con 5% y 20% de ruido impulsivo, y 0.05 y 0.1 de varianza de ruido multiplicativo utilizando el filtro propuesto con diferentes funciones de distribución, con y sin detector de impulsos y con las funciones de influencia Simple, Seno de Andrews y Tukey, además se muestran los resultados utilizando el filtro L [7] para comparar nuestra propuesta debido a que este fue comparado con otras variantes del filtro L y demostró mejores propiedades de supresión de ruido y preservación de detalles. De esta tabla podemos apreciar que el filtro propuesto provee mejor supresión de ruido impulsivo y multiplicativo y preservación de detalles en comparación con el filtro L [7].

Tabla 3. Resultados de rendimiento del filtro propuesto en la imagen “Lena”

Filtros	Ruido Impulsivo				Ruido Multiplicativo				
	5%		20%		0.05		0.1		
	PSNR	MAE	PSNR	MAE	PSNR	MAE	PSNR	MAE	
Filtro Propuesto									
Función Simple	Sin detector, exponencial	25.99	7.97	23.65	10.86	20.30	19.14	18.45	24.02
	Sin detector, laplaciana	27.08	7.47	24.79	9.11	22.89	14.00	21.14	17.19
	Sin detector, gaussiana	28.05	6.12	25.59	7.38	24.64	10.89	22.84	13.48
	Con detector, exponencial	27.10	7.00	24.64	8.79	21.19	16.98	19.24	21.62
Función Andrews	Con detector, laplaciana	28.06	6.36	24.97	8.05	23.02	13.63	21.16	17.04
	Con detector, gaussiana	28.73	5.64	25.47	7.02	24.54	11.01	22.68	13.71
	Sin detector, exponencial	25.28	8.33	23.16	11.21	19.98	20.08	18.27	24.95
Función Tukey	Sin detector, laplaciana	27.01	7.61	24.68	9.33	22.78	14.21	21.05	17.46
	Sin detector, gaussiana	28.03	6.13	25.59	7.40	24.61	10.92	22.82	13.49
	Con detector, exponencial	26.94	7.05	24.56	8.83	21.06	17.30	19.09	22.08
	Con detector, laplaciana	28.62	6.01	24.40	7.85	23.38	13.10	21.57	16.21
Función L [7]	Con detector, gaussiana	29.10	5.51	25.94	6.96	24.60	11.00	22.70	13.87
	Sin detector, exponencial	24.33	9.91	22.68	12.74	19.74	20.64	18.23	24.45
	Sin detector, laplaciana	26.93	7.62	24.69	9.33	22.63	14.44	20.92	17.67
	Sin detector, gaussiana	28.29	5.76	25.74	7.05	24.79	10.63	22.95	13.24
Función L [7]	Con detector, exponencial	26.80	7.42	24.39	9.25	20.84	17.74	18.89	22.37
	Con detector, laplaciana	28.59	6.04	25.44	7.19	23.40	13.03	21.60	16.15
	Con detector, gaussiana	29.23	5.34	26.06	6.71	24.63	10.96	22.72	13.82
Filtro L [7]	25.25	8.03	23.01	10.24	23.48	11.79	22.07	14.20	

La Figura 1 presenta los resultados visuales en la imagen "Lena" de acuerdo con la Tabla 3. Observamos en esta figura que el filtro propuesto muestra mejores resultados en supresión de ruido y preservación de detalles en comparación con el filtro L [7].



Figura 1. Resultados visuales en la imagen "Lena", a) Imagen original "Lena", b) Imagen degradada con 20% ruido impulsivo, c) Imagen restaurada con el filtro propuesto con función de influencia Tukey, sin detector y distribución gaussiana, d) Imagen restaurada con el filtro propuesto con función de influencia Tukey, con detector y distribución gaussiana, e) Imagen restaurada con el filtro L [7].

IV. Conclusiones

Presentamos una nueva clase de filtro L que utiliza el estimador robusto RM en su esquema de filtrado para aplicaciones de procesamiento de imágenes. Los resultados de extensas simulaciones demostraron que el filtro propuesto provee mejor supresión de ruido impulsivo y preservación de detalles en comparación con el filtro L propuesto en la referencia [7]. El estimador RM mejora el rendimiento de supresión de ruido y preservación de detalles en comparación con el tradicional filtro L . El detector de ruido también mejora las propiedades de supresión de ruido y preservación de detalles del filtro propuesto y reduce el tiempo de procesamiento del algoritmo propuesto.

Reconocimientos. Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional por su apoyo.

Referencias

- [1] I. Pitas, A. N. Venetsanopoulos, "Nonlinear Digital Filters", Kluwer Academic Publishers, Boston, 1990.
- [2] J. Astola, P. Kuosmanen, "Fundamentals of Nonlinear Digital Filtering", CRC Press. Boca Raton-New York, 1997.
- [3] F. R. Hampel, E. M. Ronchetti, P. J. Rouseew, W. A. Stahel, "Robust Statistics. The approach based on influence function", Wiley, New York, 1986.
- [4] S. Peltonen, P. Kuosmanen, "Robustness of nonlinear filters for image processing", Journal Electronic

Imaging, 10(3), 744-756, 2001.

[5] F. Palmieri, C. G. Boncelet, "L-filters – a new class of order statistic filters", IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Process., vol. 37, 691-701, 1989.

[6] C. Kotropoulos I. Pitas, "Adaptive LMS L-filters for noise suppression in images", IEEE Trans. Image Process. 5(12) 1596-1609. 1996.

[7] R. Öten, R. J. P. De Figueiredo, "Sampled-Function Weighted Order Filters", IEEE Trans. Circuits and Systems-II: Analog and Digital Processing, 49(1), 1-10, 2002.

[8] F. J. Gallegos-Funes, V. Ponomaryov, S. Sadovnychiy, L. Nino-de-Rivera, "Median M-type K-nearest neighbour (MM-KNN) filter to remove impulse noise from corrupted images", IEE Electronics Letters. 38(15), 786-787, 2002.

[9] F. J. Gallegos-Funes, V. I. Ponomaryov, "Real-time image filtering scheme based on robust estimators in presence of impulsive noise", Real Time Imaging, 8(2), 78-90, 2004.

[10] I. Aizenberg, J. Astola, T. Bregin, C. Butakoff, K. Egiazarian, D. Paily, "Detectors of the Impulsive Noise and new Effective Filters for the Impulsive Noise Reduction", Proc. SPIE Image Processing, Algorithms and Systems II, Vol. 5014, 419-428, 2003.

Extractos curriculares

Jose Luis Varela-Benitez es Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica y actualmente es alumno de la Maestría de Ingeniería Electrónica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional, México.

Manejo de Matrices de Tamaño Arbitrario en Lenguaje C

Federico Felipe Durán, José Luis López-Bonilla,
ESIME-Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional,
Edif. Z-4, 3er. Piso, Col. Lindavista CP 07738, México DF,
E-mail: ffelipe100@hotmail.com, jlopezb@ipn.mx

Resumen — Se presenta un código en lenguaje C que permite manejar matrices de tamaño variable. Este código está diseñado en la forma más elemental de lenguaje C, tal que se pueda incrustar en aplicaciones de tipo Windows o Unix sin mayor problema, así se puede incluir en la biblioteca de funciones, de una aplicación de usuario final, para problemas que requieren manejar matrices de tamaño desconocido y un cálculo numérico fuerte dentro de la aplicación. Con el código dentro de la aplicación se evita el utilizar paquetes de cálculo numérico como MATLAB, IMSL, OCTAVE, SCILAB u otros, procesar parte de la solución y desde un archivo de resultados incluirlo en la aplicación de usuario final.

Palabras Clave – apuntadores, matrices, asignación dinámica, lenguaje C, aplicaciones WINDOWS, biblioteca de funciones, operaciones matriciales.

INTRODUCCIÓN

Existen paquetes matemáticos que manejan diversas aplicaciones de manera muy eficiente ya sean números complejos, matrices, procesamiento digital de señales, entre otros, sin embargo, el código que se emplea en ellos no se puede incrustar en una aplicación que utilice estos resultados. Esto significa que debe correrse previamente el paquete matemático, generarse un archivo con los resultados y que la aplicación lea el archivo utilizando tales resultados. Esto sucede con MATLAB, que tiene una opción que genera código aplicable con circuitos DSP, pero no para aplicaciones de tipo Windows.

En los paquetes o aplicaciones de código abierto como OCTAVE, SCILAB y SCIPY sucede algo similar. Sus manuales de usuario indican que pueden recibir código escrito en lenguaje C, incluso FORTRAN, pero no indican cómo exportar sus resultados para aplicaciones de usuario final como las que se desarrollan en Visual Studio.

El problema puede resolverse escribiendo la solución del problema en un lenguaje de alto nivel o intermedio tal

1

como C, en todas sus versiones, así puede desarrollarse la solución del problema específico y manejarlo desde la aplicación.

Aquí se presenta un código que manipula matrices con apuntadores y de forma dinámica, entonces no importa el tamaño de la matriz, ya que se creará dinámicamente al tiempo de ejecución. De esta manera se puede incrustar en cualquier aplicación y desarrollar el problema específico que se tiene, por ejemplo, la traza de una matriz.

Conceptos básicos de lenguaje C

Es un lenguaje de programación desarrollado a fines de los años sesenta por Brian Kernighan y Dennis Ritchie. Entre sus principales características están el manejo de variables de tipo apuntador, esto es, variables que manejan direcciones de la memoria RAM de la computadora. Otra característica importante de este tipo de datos es que se manejan a tiempo de ejecución, es decir, que se solicita la asignación de memoria para las variables al tiempo de ejecución del programa. La Fig. 1 permite hacer

algunas precisiones sobre este tipo de variables, considerando que se hicieron las siguientes declaraciones e instrucciones en lenguaje C:

```
int X = 20;
int *var_apu;
var_apu = &X;
```

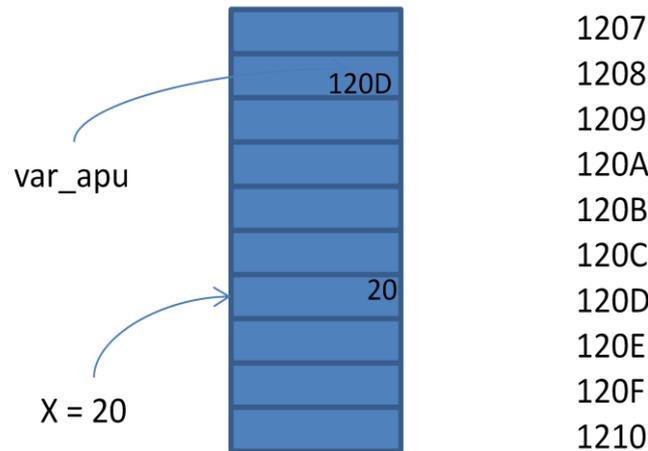


Fig. 1

Se declara una variable entera con el nombre de X y se le asigna el valor de 20. En un programa tradicional la dirección de memoria en donde se almacena X es irrelevante y no tiene usos prácticos. Para este ejemplo se supone que X queda alojada en la dirección, expresada en números hexadecimales 120D. La variable var_apu es declarada como tipo apuntador, por medio de un * antes de su nombre. A esta variable se le asigna, por medio del compilador y el sistema operativo, la dirección 1208.

Las variables de tipo apuntador manejan cuatro operadores especiales, a saber:

1. El operador *, que proporciona el contenido de la dirección de memoria a la que está apuntando la variable, esto es, el valor que está almacenado en la misma.
2. El operador &, que muestra la dirección de memoria de una variable, es decir, el número de localidad en donde la variable almacena la información en Hexadecimal.
3. El operador ++, que genera un desplazamiento en memoria, hacia adelante, de la variable apuntador, en tantos bytes como se necesiten para representar el tipo que maneja.
4. El operador – que genera un desplazamiento en memoria, hacia atrás, de la variable apuntador, en tantos bytes como se requieran para caracterizar el tipo que maneja

Todos ellos son monarios, esto es, que solamente se relacionan con un solo operando. Regresando a la Fig. 1, se pueden explicar con claridad el resultado de aplicar cada uno de los operadores arriba mencionados.

Si se imprimiera el valor de la variable var_apu, con un printf o cout de lenguaje C, se imprimiría el valor de 1208, el código podría ser:

```
cout << var_apu;
```

Si se usara el operador * antes de la variable var_apu se imprimiría el valor de 20, ya que el operador *, aplicado a la variable apuntador desplegaría el contenido de la dirección 1208. El código sería:

```
cout << *var_apu;
```

Lo anterior se logró empleando el operador &, aplicado a la variable X. De esta manera se obtiene la dirección en memoria donde está alojada la X.

Los operadores ++ y – tienen los siguientes efectos. Si se aplica una vez a la variable var_apu, el operador ++, significaría que se desplazaría sobre la memoria y pasaría a la dirección 120A, debido a que los datos enteros ocupan, generalmente, dos bytes para representarse. En caso de que el compilador usara más bytes para representar al entero, entonces se desplazaría tantos bytes como necesite para caracterizar al número. Si la variable apunta a caracteres dobles o flotantes, hará el ajuste respectivo. De manera análoga, si se usa el operador -- el desplazamiento sería hacia direcciones más pequeñas de memoria o hacia atrás.

Manejo de arreglos en lenguaje C.

Existen dos formas de manejar arreglos en lenguaje C. La primera es similar a todos los lenguajes de programación de alto nivel y es por medio de índices enteros que marcan la posición de los datos dentro del arreglo, ya sean vectores, arreglos uni-dimensionales, matrices, arreglos de dos dimensiones o bien matrices de orden tres o mayores, que son menos comunes en las ciencias e ingeniería. El siguiente código muestra cómo se declararían vectores y matrices:

```
int Z[15];  
float A[20];  
int Y[4][4]  
float F1[10][2];
```

En cada uno de los ejemplos anteriores, el número entero indica el total de elementos que se pueden manejar por el arreglo, para las variables Z y A significa que pueden tener hasta 15 y 20 elementos, respectivamente. El arreglo Y representa una matriz de 16 elementos ordenados en 4 filas y 4 columnas. El arreglo F1 es más completo, es un arreglo de 10 filas y dos columnas, que dan un total de veinte elementos.

Algunas reglas importantes son: todos los elementos de los arreglos tienen que ser del mismo tipo, los elementos se organizan desde el elemento 0, o sea que debe ser el primer valor que tome un índice. Los datos se almacenan en la memoria de la computadora de manera contigua y por filas.

La segunda forma es manejar los arreglos por medio de apuntadores. Por default existe una relación directa entre matrices y apuntadores. Si se declara un arreglo bidimensional, éste es y se comporta como una variable de tipo apuntador. Algunas reglas importantes son las siguientes:

1. El identificador de un arreglo, o sea el nombre que le asigna el programador, sin los índices, es un apuntador a la primera dirección del arreglo en la memoria.
2. El identificador del arreglo, con un solo índice apunta al primer elemento de cada fila del arreglo.
3. El operador & aplicado al nombre del índice con arreglos nos regresa la dirección donde se almacena el dat.

El siguiente código en lenguaje C, permite visualizar tales reglas:

```
int X[3][2] = {2,-2,4,6,0,11,-3212, 0, 34, 47}
```

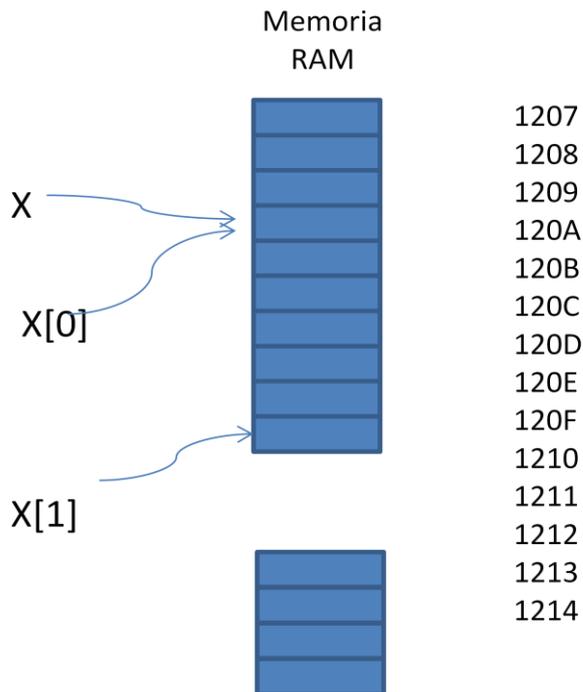


Fig. 2

Debe recordarse que la mayoría de los compiladores de lenguaje C utiliza dos bytes para almacenar los datos de tipo entero, por ese motivo la matriz X utilizará dos bytes para cada elemento de la matriz.

Conceptos básicos de matemáticas.

Una matriz es un arreglo rectangular de números o funciones, delimitados con paréntesis. Cada uno de los números o funciones son llamados elementos. El siguiente ejemplo muestra el concepto:

$$\begin{bmatrix} 9.81 & 0 \\ -1 & 2 \\ -21 & 6.023 \end{bmatrix}$$

Por lo general se maneja de la siguiente forma para identificar simbólicamente a cada elemento:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$$

La notación matemática utiliza una letra mayúscula para denotar a una matriz. Las principales operaciones sobre matrices que manejan números son las siguientes:

1. Multiplicación por un escalar. Cada elemento de la matriz es multiplicado por una constante numérica.
2. Suma de matrices. Los elementos de dos matrices son sumados, respetando la posición de cada elemento dentro de la matriz, esto significa que la suma se realiza entre un par de elementos que coinciden en posición dentro del arreglo rectangular. Se debe respetar que las matrices a sumar coincidan en el número de filas y de columnas.
3. Multiplicación de matrices. En esta operación se deben multiplicar, elemento a elemento, las filas de la primera matriz, con las columnas de la segunda. Esto significa que el número de columnas de la primer matriz, debe ser igual al número de filas de la segunda.

4. La transpuesta de una matriz. Se cambian las filas de la matriz a columnas, y viceversa.

Existen más operaciones y propiedades de las matrices, por ejemplo, determinantes, eigenvalores, inversión de matrices, eliminaciones gaussianas, etc., las cuales quedan fuera del alcance de este trabajo.

IMPLEMENTACIÓN

El código básico, en lenguaje C++ es el mostrado a continuación.

```
double **matriz;  
int M = 60;  
int N = M;  
  
*matriz = new double[M];  
for(i = 0; i < M; i++)  
    matriz[i] = new double[N];
```

Se puede ver del código, que se declara una variable llamada matriz, que consta de un doble apuntador a flotante, un apuntador se utiliza para las filas y el otro para las columnas de la matriz ya mencionada. En el código presentado las variables M y N permiten manejar las filas y las columnas de la matriz. En este código se crea una matriz de sesenta filas por sesenta columnas. Es importante resaltar que no se manejan índices enteros para acceder a cada elemento de la matriz. De esta forma el tamaño de la matriz no queda limitado por los números máximos enteros, como sucede cuando se usan los índices con paréntesis cuadrados.

Para el caso de la lectura de datos se tiene:

```
for(i = 0; i < M; i++)  
{  
    aux = *(matriz + i);  
    for(j = 0; j < M; j++)  
    {  
        *aux = cuenta;  
        aux++;  
        cuenta++;  
    }  
}
```

RESULTADOS

Obsérvese que no es necesario utilizar índices enteros para manejar la matriz. No fue colocado el código de escritura de datos debido a que es idéntico, con la salvedad de imprimir el dato en vez de leerlo o asignarlo, como en el ejemplo presentado.

Para la suma de dos matrices se utilizó el siguiente código:

```
for(i = 0; i < M; i++)  
{  
    aux1 = *(matriz1 + i);  
    aux2 = *(matriz2 + i);  
    for(j = 0; j < M; j++)  
    {  
        *aux1 = *aux1 + *aux2;  
        aux1++;  
        aux2++;  
    }  
}
```

Puede observarse el código sin índices enteros como es típico en las aplicaciones de matrices. Es importante señalar qué significa la expresión:

```
*(matriz1 + i);
```

El identificador **matriz**, por sí sólo nos coloca en el elemento 0,0 del arreglo, como se puede ver en la Fig. 2 .

Para el caso de **matriz + i**, va colocando el apuntador en el inicio de cada fila del arreglo.

Para el caso de multiplicación por un escalar tenemos el siguiente código:

```
cuenta = 9.81;  
for(i = 0; i < M; i++)  
{  
  aux = *(matriz + i);  
  for(j = 0; j < M; j++)  
  {  
    *aux = *aux * cuenta;  
    aux++;  
  }  
}
```

IV. CONCLUSIONES

Se presentó un código, bastante simple, en lenguaje C que puede manejar arreglos bidimensionales de orden arbitrario. Se hicieron pruebas con las operaciones matriciales de suma, resta y multiplicación por un escalar. La ventaja de este código es que se puede incrustar en versiones de lenguaje C modernas, como Visual, C Sharp para desarrollar las operaciones de matrices, sin importar su tamaño, a diferencia de otros paquetes, como los ya mencionados MATLAB, MATEMATICA, que resuelven sus operaciones, pero que no permiten incrustar código en aplicaciones de tipo Windows. Es importante señalar que para problemas con matrices pequeñas se puede trabajar fácilmente con matrices de tamaño estático y predefinidas de la forma tradicional. Otra ventaja tiene que ver con aplicaciones que deben optimizar el uso de la memoria RAM, ya que al utilizar apuntadores de esta forma permite el uso del operador de lenguaje C **delete** para liberar memoria a tiempo de ejecución, o bien, si debido a la dinámica de la aplicación no es necesario crear todos los arreglos, sólo se alojarán los indispensables.

Una tarea a desarrollar es implementar clases en C++ utilizando los algoritmos aquí descritos, debido a que la mayoría de los encontrados manejan los elementos de las matrices a través de índices, y no por sus direcciones como se hace en el código presentado.

AGRADECIMIENTO

Federico Felipe Durán desea agradecer a los Sistemas de Becas-SIBE y EDD- del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo prestado para realizar este trabajo.

REFERENCIAS

- L. Joyanes, "Programación en C++ Algoritmos, estructuras de datos y objetos", McGraw-Hill, 2000.
- Bjarne Stroustrup, "The C++ Programming Language", Addison Wesley, 2000.
- Erwin Kreyzig. "Advanced Engineering Mathematics", Wiley, 2006.
- www.vni.com.
- www.mathworks.com .
- www.octave.org
- www.scilab.org
- www.scipy.org .
- Langsam Yedidyah, Augenstein Moshe, Tenenbaum Aaron, "Estructuras de Datos con C y C++, Segunda Edición, Prentice-Hall, 1997.

Kernighan B. W., Ritchie D.M. "The C Programming Language". Prentice-Hall, 1988. Second Edition.
Robert Sedgewick. "Algoritmos en C++". Pearson Educación, 2000.

Instrucciones para los autores

Los artículos que se someten a **RISCE** deben contener resultados inéditos y originales, no haber sido publicados con anterioridad ni haber sido sometidos simultáneamente a otra revista científica. Si el artículo ha

sido presentado, sometido o publicado en alguna otra parte, deberá informarse al coordinador editorial. Los

artículos deben ajustarse a las siguientes especificaciones:

- Idioma Inglés (anexar un resumen y palabras clave en español)
- Idioma Español (anexar un resumen y palabras clave en Inglés)
- Procesador de texto admitido: MS-Word.
- Tamaño de página: carta, utilizar un solo lado de la hoja. Máximo 10 páginas.
- Márgenes: izquierdo 2.5 cm y derecho 2 cm., superior 2.5 cm e inferior 2.5 cm.
- Autores: primer nombre seguido de los dos apellidos (sin abreviaturas), abajo: afiliación y e-mail.
- Tipo de letra del texto regular: Times o Times New Roman de 10 pt (título original 22 pt; secciones 11.5 pt, subsecciones 11.5 pt, en negritas).
- Texto: a una columna y con espaciado sencillo (renglón seguido).
- Resumen/Abstract: entre 70 y 150 palabras, colocado al principio del texto, seguido del de español o inglés según sea el caso.
- Palabras clave/Keywords: colocadas después del resumen en negritas, y no más de 10.
- Imágenes y fotografías: deben ser de alta calidad, con colores bien definidos y contrastantes, en mapa de bits (no sectorizadas) en formato JPG e incrustadas en el texto de forma que se puedan manipular independiente.
- Fórmulas: Deberán de presentarse en formato de tabla sin bordes, centradas y la numeración de c/u justificada a la derecha con negritas en mapa de bits, no vectorizadas.
- Pies de figura. Deben mencionarse dentro del texto y numerarse de manera consecutiva con un tipo de letra Times New Roman 9 puntos
- Cabecera de tabla. Debera presentase en la parte superior de la tabla un numeración consecutiva y descripción con tipo de letra Times New Roman 9
- Referencias:

En cualquier caso el nombre del autor del artículo o publicación web deberá mostrarse al principio. Deberán ordenarse conforme aparezcan dentro del texto encerradas entre paréntesis cuadrado —[]—. A continuación algunos ejemplos:

[1]. Baldonado, M., Chang, C.-C.K., Gravano, L., Paepcke, A.: The Stanford Digital Library Metadata Architecture. *Int. J. Digit. Libr.* 1 (1997) 108–121

[2+]. Bruce, K.B., Cardelli, L., Pierce, B.C.: Comparing Object Encodings. In: Abadi, M., Ito, T. (eds.): *Theoretical Aspects of Computer Software. Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 1281. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York (1997) 415–438

[3]. van Leeuwen, J. (ed.): *Computer Science Today. Recent Trends and Developments. Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 1000. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York (1995)

[4]. Michalewicz, Z.: *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*. 3rd edn. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York (1996)

Instrucciones para el envío

Envíe el archivo en extenso a la siguiente dirección electrónica:

romrodolfo@gmail.com

Los revisores técnicos le harán llegar sus observaciones y modificaciones, las cuales deberá realizar y reenviar el archivo corregido al correo romrodolfo@gmail.com.

El comité editorial se comunicara mediante correo electrónico indicándole la aceptación o rechazo del artículo. Se le solicitará autorización para publicación; en caso de aceptar se le indica la cuenta donde debe hacer el depósito por cobro de publicación y el costo el cual no debe exceder de \$1000.00 pesos mexicanos