

REVISTA IZTATL COMPUTACIÓN



1. Desarrollo de interfaces humano-máquina para personas cuádrupléticas
9. Non-Hodgkin's lymphoma, cancer of the immune system: a case study for a Methodology for Developing Virtual Reality Projects with Haptic Rendering
17. Aplicación de algoritmos genéticos para determinar el tamaño de una herramienta elíptica para obtener una superficie deseada en el pulido de superficies ópticas
25. Generación de Mapas Veronese usando CUDA
33. Determinación del flujo armónico en conductores de alimentación
41. Sistema de Automatización para el Programa "Yo No Abandono" del CBTIS No. 61
49. La Medicina Veterinaria a través de la Realidad Aumentada
57. Una aproximación de detección de características faciales utilizando puntos locales



Universidad Autónoma de Tlaxcala
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Mtro. Rubén Reyes Córdoba
Rector

Dr. Luis Armando González Placencia
Secretario Académico

Mtra. María Samantha Viñas Landa
Secretaria de Investigación Científica y Posgrado

Lic. Edilberto Sánchez Delgadillo
Secretario de Extensión Universitaria y Difusión Cultural

Mtro. José Antonio Durante Murillo
Secretario Técnico

Mtro. Efraín Ortiz Linares
Secretario Administrativo

Dr. Ernesto Meza Sierra
Secretario de Autorrealización

Mtro. Carlos Santacruz Olmos
Coordinador de la División de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Dr. Sergio Eduardo Algarra Cerezo
Coordinador General de Cuerpos Académicos

Mtro. Roberto Carlos Cruz Becerril
Director de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Mtro. Patrick Hernández Cuamatzi
Secretario de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

Dr. Alberto Portilla Flores
Coordinador de Posgrados en Computación y Electrónica

Mtra. Carolina Rocío Sánchez Pérez
Coordinadora de Ingeniería en Computación



Comité Editorial

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras

M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez

M.I.A. Norma Sánchez Sánchez

Revista Iztatl Computación

Revista Iztatl Computación, año 5, No. 10, Julio-Diciembre 2016, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, <http://ingenieria.uatx.mx/iztatl-computacion/revistas.html>, iztatl.computacion@gmail.com. Editor Responsable: Marva Angélica Mora Lumbreras. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2016-102413050300-203, ISSN: 2007-9958, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número, Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, fecha de última modificación, 28 de noviembre de 2016.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Tlaxcala a través de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología.

Comité Revisor

Dr. Alberto Portilla Flores, UAT

Dr. Brian Manuel González Contreras, UAT

Dr. Carlos Sánchez López, UAT

Dr. Francisco Javier Albores Velasco, UAT

Dr. Ricardo Pérez Águila, UTM

Dra. Claudia Zepeda Cortés, BUAP

Dra. Leticia Flores Pulido, UAT

Dra. María Enedina Carmona Flores, UAT

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, UAT

Dra. Verónica Rodríguez Rodríguez, UDLAP

M.C. Carlos Santacruz Olmos, UAT

M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez, UAT

M.C. Juventino Montiel Hernández, UAT

M.C. Luis Enrique Colmenares Guillén, BUAP

M.C. María del Rocio Ochoa Montiel, UAT

M.C. Marlon Luna Sánchez, UAT

M.I.A. Norma Sánchez Sánchez, UAT

M.C. Patrick Hernández Cuamatzi, UAT

Universidades

BUAP.-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

UAT.-Universidad Autónoma de Tlaxcala

UDLAP.-Universidad de las Américas, Puebla

UTM.-Universidad Tecnológica de la Mixteca





Editorial

Hemos llegado a la 10 edición de La revista Iztatl Computación, en donde se presentarán diversos proyectos desarrollados en los posgrados de Computación y Electrónica de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, agradecemos al comité revisor todo su apoyo, ya que permiten incrementar la calidad de la revista.

A continuación se presentan los resúmenes de los artículos que conforman esta edición:

- En el artículo *Desarrollo de interfaces humano-máquina para personas cuadripléjicas*, Noemí González, Miguel Angel Carrasco, Carlos Sánchez y Alan Gerardo Ibarra presentan el desarrollo de una interfaz para dispositivos móviles que permite el control a distancia de dos brazos robóticos, montados a una silla de ruedas.
- *Non-Hodgkin's lymphoma, cancer of the immune system: a case study for a Methodology for Developing Virtual Reality Projects with Haptic Rendering*, es un artículo de Esther Ortega Mejía y Marva Angélica Mora Lumbreras, en el que se presenta un caso de estudio enfocado a ambientes virtuales aplicados a la enfermedad linfoma no Hodgkin (también conocido como LNH), utilizando manipulación háptica.
- *Aplicación de algoritmos genéticos para determinar el tamaño de una herramienta elíptica para obtener una superficie deseada en el pulido de superficies ópticas* de los autores Fernando Salas, Emanuel de Jesus Carlock, Irce Leal, Brian Manuel González y José Federico Ramírez, se muestra el uso de una máquina de desplazamiento lineal y herramientas elípticas de diferentes tamaños, con el fin de calcular el error de la raíz cuadrada media entre los desgastes simulado y deseado.

- En el artículo *Generación de Mapas Veronese usando CUDA*, desarrollado por Juan Manuel Alvarez-Ledesma y Leticia Flores-Pulido se presenta un enfoque para resolver la construcción de Mapas Veronese que transforman un espacio de dimensiones RK a un espacio RMn mediante polinomios embebidos.
- *Determinación del flujo armónico en conductores de alimentación* de José Luis Hernández, Francisco Javier Albores, Miguel Angel Carrasco, Brian Manuel González y Alberto Portilla, tiene como finalidad la evaluación y determinación del envejecimiento, así como las pérdidas de energía en conductores de alimentación por presencia de distorsiones de onda de tensión y corriente, aplicando técnicas de adquisición de señales que les permitieron obtener las variables involucradas.
- *Sistema de Automatización para el Programa Yo No Abandono del CB-TIS No. 61*, presentado por Norma Mendoza, Patrick Hernández, Carolina Rocío Sanchez, Marva Angélica Mora, María del Rocío Ochoa y Aydee Rojas, se enfoca en la automatización del programa ?Yo No Abandono? implementado en el nivel Medio Superior, a nivel Nacional.
- El artículo *La Medicina Veterinaria a través de la Realidad Aumentada* de Marisol Hernández Hernández y Marva Angélica Mora Lumbreras presenta la Realidad Aumentada aplicada a la medicina veterinaria, específicamente en la actividad fisiológica del ordeño, el sistema está focalizado para que el estudiante utilice tres sistemas visual, auditivo y kinestésico.
- En el artículo *Una aproximación de detección de características faciales utilizando puntos locales* , Luis Enrique Colmenares, Francisco Javier Albores, Graciela Gaona y Maya Carrillo proponen el uso del algoritmo de Harris para determinar, una aproximación para la detección de esquinas o bordes, correspondientes a las características faciales (ojos, nariz y boca).

Esperamos que disfruten esta edición e invitamos a investigadores y estudiantes del área de computación para que continúen sometiendo sus artículos en esta revista.

Editora Responsable

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras



Índice

1. Desarrollo de interfaces humano-máquina para personas cuadripléjicas
Noemí González León, Miguel Angel Carrasco Aguilar, Carlos Sánchez López, Alan Gerardo Ibarra González
9. Non-Hodgkin's lymphoma, cancer of the immune system: a case study for a Methodology for Developing Virtual Reality Projects with Haptic Rendering
Esther Ortega Mejía, Marva Angélica Mora Lumbreras
17. Aplicación de algoritmos genéticos para determinar el tamaño de una herramienta elíptica para obtener una superficie deseada en el pulido de superficies ópticas
Fernando Salas Rodríguez, Emanuel de Jesus Carlock Acevedo, Irce Leal Cabrera, Brian Manuel González Contreras, José Federico Ramírez Cruz
25. Generación de Mapas Veronese usando CUDA
Juan Manuel Alvarez-Ledesma, Leticia Flores-Pulido
33. Determinación del flujo armónico en conductores de alimentación
José Luis Hernández Corona, Francisco Javier Albores Velasco, Miguel Angel Carrasco Aguilar, Brian Manuel González Contreras, Alberto Portilla Flores
41. Sistema de Automatización para el Programa "Yo No Abandono" del CBTIS No. 61
Norma Mendoza Molina, Patrick Hernández Cuamatzi, Carolina Rocío Sanchez Pérez, Marva Angélica Mora Lumbreras, María del Rocío Ochoa Montiel y Aydee Rojas Escobar
49. La Medicina Veterinaria a través de la Realidad Aumentada
Marisol Hernández Hernández Marva Angélica Mora Lumbreras
57. Una aproximación de detección de características faciales utilizando puntos locales
Luis Enrique Colmenares Guillén, Francisco Javier Albores Velasco, Graciela Gaona Bernabé, Maya Carrillo Ruiz



Desarrollo de una interfaz móvil para personas cuadripléjicas

González León Noemí, Carrasco Aguilar Miguel Ángel, Sánchez López Carlos, Ibarra González Alan Gerardo

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología e Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, División de Tecnologías y Sistemas de Información

Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala y Av. José Luis Martínez Vázquez No. 2000, C.P.73310, Jicolapa, Zacatlán, Puebla México

{noemiglag@hotmail.com, macarras2010@gmail.com, carlsanmx@yahoo.com, alangerardo95@hotmail.es}
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 14 de mayo de 2016, Aceptado 14 de junio de 2016,
Versión final 14 de julio de 2016*

Resumen En éste documento se presenta el desarrollo de una interfaz para dispositivos móviles o Tablet que permite el control a distancia de dos brazos robóticos, montados a una silla de ruedas; la finalidad de esta propuesta es apoyar a personas cuadripléjicas a desarrollar tareas o actividades cotidianas como el tomar o dejar objetos de forma independiente, sin el apoyo de otro sujeto, mejorando su calidad de vida e integración en la sociedad. Es requisito indispensable para el dispositivo móvil y Tablet el tener instalado el sistema operativo android. La interfaz cuenta con un módulo de terapia física, ocupacional, control intestinal y de vejiga; para su consulta en la Tablet es necesario tener instalado el navegador Galaxy Flash Browser y ES File Explorer. Los brazos robóticos son de 4 grados de libertad; el sistema es el resultado del trabajo realizado entre la División de Tecnologías y Sistemas de Información del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla y la Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, México.

Palabras Clave: Interfaz, Móvil, Control Inalámbrico, Brazos Robóticos, Cuadripléjicos.

Abstract This paper presents the development of an interface for mobile devices or Tablet that allows the remote control of two robotic arms, mounted to a wheelchair; The purpose of this proposal is to support quadriplegic people to develop tasks or daily activities such as taking or leaving objects independently, without the support of another subject, improving their quality of life and integration in society. It is indispensable requirement for the mobile device and Tablet to have installed the android operating system. The interface has a module of physical therapy, occupational, intestinal and bladder control; For your consultation in the Tablet is necessary to have installed the browser Galaxy Flash Browser and ES File Explorer. Robotic arms are 4 degrees of freedom; The system is the result of the work carried out between the Technologies and Information Systems Division of the Higher Technological Institute of the Sierra Norte de Puebla and the Faculty of Basic Sciences and Engineering of the Autonomous University of Tlaxcala, Mexico.

Keywords: Interface, Mobile, Wireless Control, Robotic Arms, Quadriplegics.

1. Introducción

Una persona con discapacidad es aquella que tiene una deficiencia física que le impide participar e interactuar de forma plena y efectiva en igualdad de condiciones con los demás en un entorno social; en México según el censo del INEGI de 2010, las personas que tienen un tipo de discapacidad son 5 millones 739 mil 270, lo que representa el 5.1 % de la población total. Los motivos que producen discapacidad son variados, pero el INEGI los clasifica en cuatro grupos de causas: nacimiento, enfermedad, accidente y edad avanzada. De ese 5.1 % el 39.4 % la tienen porque sufrieron alguna enfermedad, 23.1 % están afectados por edad avanzada, 16.3 % la adquirieron por herencia, durante el embarazo o al momento de nacer 14.9 % quedaron con lesión a consecuencia de algún accidente y el 7.6 % debido a otras causas como se muestra en la figura 1. La limitación de la movilidad es la de mayor frecuencia entre la población del país, alrededor de la mitad de las limitaciones declaradas se refieren a caminar o moverse [1]. En este estudio se desarrolla una interfaz intuitiva, para dispositivos móviles, activada por una señal de control, usada para manipular los brazos robóticos mediante comunicación inalámbrica y fácil de operar para personas cuádruplégicas.

2. Trabajos Relacionados

Durante la revisión de literatura se encuentra que han desarrollado interfaces de control como Chourasia, et al. en el 2016[2], quienes anali-

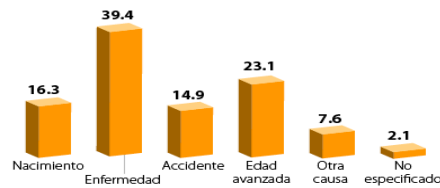


Figura 1. Porcentaje de la población con discapacidad según dificultad en la actividad. Censo en México 2010.

zaron los efectos de rendimiento del método de activación y el esfuerzo mental en tareas de la pantalla táctil o tablets para usuarios sin movimiento motor en las extremidades superiores. Hortal, et al. en el 2015[3], aplicaron la robótica asistencial, usando interfaces cerebro-máquina IMC basados en potenciales evocados P300 y el paradigma N2PC para controlar el brazo robótico de seis grados de libertad a través señales EEG. Mohanchandra, et al. en el 2015 [4], desarrollaron una BCI mediante comandos de voz silenciosa, telepatía sintética y biometría cognitiva para personas severamente paralizadas. La desventaja encontrada es la disminución de la señal de control al secarse el gel conductor aplicado a cada electrodo.

Ikushi, et al. en el 2015 [5], propusieron una interfaz basada en imagen. El inconveniente es utilizar señales electromiográficas siendo necesario calibrar el biopotencial cada vez que es utilizado. Reis, et al. en el 2015 [6], presentaron una interfaz multimodal (IMI), controlada mediante voz, expresiones faciales y movimiento de cabeza. Sin embargo un inconveniente es el ruido que interfiere la señal de control.

Haydon, et al. en el 2016 [7], sugirieron considerar la antropometría en la configuración de una silla de ruedas y el deterioro del individuo. Viswanathan, et al. en el 2016 [8], Ocuparon un método de creación rápida de prototipos llamado Asistente-de-Oz para la obtención de actitudes, necesidades y preferencias de los usuarios simulando la operación de una silla de ruedas. El resultado del estudio sirve para reducir costo y barreras regulatorias al comercializar dispositivos médicos.

Fernández, en el 2015 [9], desarrollo un brazo robótico de cinco grados de libertad independiente a la silla de ruedas, su configuración es antropomórfica. El presente desarrollo se basa en las Teoría de Semiconductores [10] y en la Teoría General de Sistemas [11]. Para el desarrollo de la interfaz se utiliza la metodología por componentes. Para determinar el tipo de comunicación inalámbrica se consulta [12]. Se ocupa la cinemática inversa y directa calculando el ángulo de cada articulación partiendo

de las coordenadas x, y, z datos ingresados manualmente [13] - [16], se estudia el movimiento mecánico, control y posición de los brazos [17] - [18].

3. Descripción de la Aplicación

Para el desarrollo de la interfaz la metodología utilizada es por componentes bajo las siguientes fases: Determinación de requerimientos, diseño, ensamble y programación, prueba del prototipo, puesta en marcha u operación y documentación de la silla de ruedas. Para la determinación de requerimientos se realiza una entrevista a centros de rehabilitación de la localidad para detectar las necesidades de los pacientes que tienen discapacidad motriz. Para el diseño del sistema se realiza un análisis de las herramientas y tecnologías de programación así como el material necesario para su instalación como Java Processing Wiring, App inventor, Fritzing, Star UML, entre otros. Para el diseño y ensamblado mecánico del prototipo, el material utilizado es: ocho servomotores tower pro de 15 kg; un motoreductor, un motor shell, dos encoders ATmega 2560, un módulo bluetooth, dos pinzas, una silla de ruedas, tres metros de aluminio negro de 11/8, tornillos y tuercas, cable telefónico, dos metros de soldadura, un cautín, pinzas de corte, pinzas de punta, un teléfono celular, una tablet, dos leds, dos jumpers, dos cables USB 3.0 B, una sierra de corte y una lima.

Los brazos robóticos son montados en la silla de ruedas, como se muestra en la figura 2, se realizan las conexiones de cada uno de los servomotores con el encoder y bluetooth. Se ocupa la cinemática para estudiar el movimiento de las estructuras mecánicas de los dos brazos robóticos y la dinámica para el control de movimiento de estos brazos, en donde cada articulación posee un sistema de coordenadas para su rotación y traslación. La cinemática inversa se utiliza para un análisis geométrico e iterativo para determinar el ángulo adecuado para las coordenadas dadas. La cinemática directa indica la posición final de cada uno de los brazos. Es importante señalar que los servomotores se encuentran limitados a la arquitectura de los brazos. El Firmware instalado en el microcontrolador es desarrollado en Java Processing Wiring. Para la codificación de la interfaz del dispositivo móvil o Tablet es utilizado AppInventor en su versión beta.

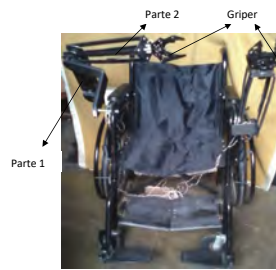


Figura 2. Silla de ruedas con los brazos robóticos montados. Fuente: Elaboración propia

4. Interfaz de Usuario

Se utiliza StarUML para diseñar la interfaz que opera en el dispositivo móvil o Tablet como se muestra en la figura 3. El Diseño de la interfaz es elaborado en Photoshop. La figura 4 muestra la aplicación ya instalada en el dispositivo móvil y en una Tablet.

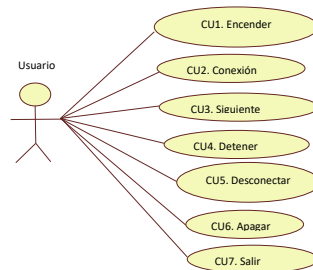


Figura 3. Diagrama de conexión de la interfaz con los diferentes componentes electrónicos que controlan a los brazos robóticos ensamblados en la silla de ruedas. Fuente: elaboración propia.

5. Resultados y Pruebas

La aplicación se ejecuta desde un teléfono celular o tablet, es intuitiva y sencilla de manejar, los botones en la pantalla del dispositivo móvil, permiten el control de ambos brazos robóticos; para iniciar la aplicación del teléfono celular es necesario pulsar el icono de una silla de ruedas,



Figura 4. Interfaz de comunicación que permite al usuario establecer un enlace de comunicación entre el dispositivo móvil y los brazos robóticos de la silla de ruedas.

posteriormente oprimir el botón conectar, habilitándose automáticamente cada uno de los botones de la interfaz permitiendo operar el control de los brazos robóticos y el módulo de terapia; en caso contrario aparecerá una leyenda en el dispositivo móvil indicando que no se ha logrado la comunicación entre el dispositivo móvil y el bluetooth.

Para realizar la instalación del módulo de terapia en la tablet el sistema operativo que requiere es Android compatible con el dispositivo móvil, es necesario descargar e instalar el navegador Galaxy Flash Browser y ES File Explorer para versiones de 2.1 a la 4.4, software que permite navegar y cargar la aplicación del módulo de rehabilitación. El módulo de terapia contiene juegos, rompecabezas, memoramas, entre otros; información útil para apoyar en la rehabilitación del paciente. Para el desarrollo de este módulo se ocupó Exe-Learning, como repositorio, Inspiration para la planeación del módulo, Jclie, Adora, Educaplay, EdiLim y Cuadernia para las actividades a realizar. El resultado de la prueba de unidad del software, es 1, ver ecuación 1, indicándonos que todos los componentes fueron probados individualmente antes de la integración de la interfaz. Otra métrica calculada es la de Complejidad ciclomática, ver ecuación 2, logrando un valor de 2, cifra que revela la confiabilidad del programa, de la interfaz y su fácil mantenimiento.

$$CPU = NCP/CI \quad (1)$$

Donde CPU: métrica de control de pruebas de unidad; NCP: número de componentes probados individualmente antes de integrarlos y CI: número de componentes implementados.

$$V(G) = a - n + 2 \quad (2)$$

Donde V(G): Complejidad Ciclomática; a: número de aristas del grafo; n: número de nodos del grafo.

Para medir la calidad del contenido del módulo de rehabilitación se diseñó y aplica una encuesta a 4 personas voluntarias, posteriormente es

evaluada con los criterios mostrados en la tabla 1. Las pruebas realizadas con los brazos robóticos son con 4 usuarios sanos. La diferencia [9] del manipulador independiente de 5 grados de libertad, en comparación con el presente desarrollo donde los brazos robóticos son montados en la silla de ruedas con la finalidad de apoyar a personas cuádruplégicas a tomar objetos a una distancia no mayor a un metro.

Tabla 1. Criterios de evaluación del contenido del módulo de rehabilitación

Criterio	Representación	Valor
Excelente	Ex	100
Muy bien	MB	90
Bien	B	80
Regular	R	70
No Adecuado	NA	60

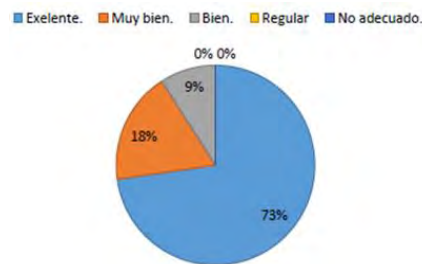


Figura 5. El resultado de la encuesta para medir la calidad del módulo de terapia, indica que 73 % de las instrucciones son claras.

6. Conclusiones

Se ha creado una interfaz con la finalidad de apoyar a personas cuádruplégicas, cuenta con las siguientes características: Permite establecer comunicación inalámbrica efectiva con los brazos robóticos a través de una señal de control a distancia. La interfaz permite acceder a un módulo de terapia física, ocupacional, cuidado de la piel, control intestinal y de vejiga para apoyar en la rehabilitación del paciente. Los dos brazos robóticos montados en la silla de ruedas, sirven de apoyo en las actividades diarias del usuario. Se ha instalado en el microcontrolador el firmware encargado de operar a los brazos robóticos. La silla de ruedas se encuentra

en la primera fase de desarrollo, actualmente está en proceso de mejora con la finalidad de ostentar una estética adecuada a la herramienta en cuestión, así como la reducción de costo.

Referencias

1. González L. N; Ibarra G. A. G; Rodríguez H. I; Carrasco A. M.A; Sánchez L.C. 2015. Montaje de brazos robóticos e integración de módulos de terapia en una silla de ruedas. Annual meeting and innovation, ITESCO, Vol. 2. Pp 303-307.
2. Chourasia, A; Sesto, M; Kuehn K; Wiegmann, D. 2016. Effects of activation method and mental effort on touchscreen task performance for users with and without upper extremity motor control disabilities. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. Pp 1-13
3. Hortal, E; Ubeda, A; Iáñez, E. and Azorín, J. M. 2015. Brain-Machine Interfaces for Assistive Robotics. Biomedical Neuroengineering Group in Miguel Hernández University of Elche, Spain. Pp. 77-102
4. Mohanchandra, K; Snehanthu, S. and Lingaraju, G.M. 2015. EEG Based Brain Computer Interface for Speech Communication: Principles and Applications. Brain-Computer Interfaces. Springer International Publishing Switzerland Pp 273-293.
5. Ikushi, Y; Kazuyuki, I. and Tsuyoshi N. 2015. Collection and Classification of Gestures from People with Severe Motor Dysfunction for Developing Modular Gesture Interface. National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Tsukuba, Japan. Springer International Publishing Switzerland. Pp. 58-68.
6. Reis, L. P., Faria, B. M; Vasconcelos, S. and Lau, N. 2015. Multimodal Interface for an Intelligent Wheelchair. Informatics in Control, Automation and Robotics. Springer International Publishing Switzerland, Pp. 1-34.
7. Haydon, D. S; Pinder, R. A; Grimshaw, P. N; Robertson, W. S. P. 2016. Elite wheelchair rugby: a quantitative analysis of chair configuration in Australia. University of Adelaide, Adelaide, Australia. International Sports Engineering Association. PP 1-8.
8. Viswanathan, P; Zambalde, E. P; Foley, Geneviève; Graham, J. L; Wang, R. H; Adhikari, B; Mackworth, A. K; Mihailidis, A. Miller, W. C; Ian, M. 2016. Intelligent wheelchair control strategies for older adults with cognitive impairment: user attitudes, needs, and preferences. Springer Science Business Media, New York .PP 1-16.
9. Fernández M. L. A. 2015. Sistema de control de trayectoria en manipulador de cinco grados de libertad utilizando sensor emotiv. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería en Mecánica. Pp 1-15.
10. Malvino. 1987. Principios de Electrónica, Tercera Edición. Ed. Mc. Graw Hill. México, D.F. 868p.
11. Bertoglio O. J. 2004. Introducción a la Teoría General de Sistemas. Ed. Limusa.
12. Sohraby K; Minioli D; Znati T. 2007. Wireless. Sensor Network. Technology, protocols and applications. Wiley Interscience. A John Wiley and Sons, Inc; Publications. 307p.
13. Cuya S.O; Flores. B. E; Torres C. J (s,f) Cinemática Directa e inversa de un robot .IEEE UNAC <http://es.scribd.com/doc/142121427/CINEMATICA-DIRECTA-E-INVERSA-DEUN-ROBOT-DE-4-GRADOS-DE-LIBERTAD>.
14. Urriza M. R. A. 2014. Ingeniería del conocimiento. Robótica e infraestructuras inteligentes. Parte III. Offset Santa Elena, Buenos Aires Argentina. pp 68-106.
15. Sánchez. L. C; Morales L. F. E; López L. J. 2015. Tecnología asistida, Mouse para discapacitados. Universidad Autónoma de Tlaxcala. México. pp 334
16. López L. J, Morales L.F.E., Sánchez L. C. , Ochoa, M. R., Carrasco A. M. A. Cante M. B. 2013. Diseño de un Indicador de Posición X-Y basado en MEMs para pacientes sin extremidades Superiores. Universidad Autónoma de Tlaxcala.
17. Murray, R. M; Li. Z. and Sastry, S. 1994. A mathematical introduction to robotic manipulation. Florida CRC Press: Boca raton.
18. Ollero B. A. 2007. Robótica Manipuladores y robots móviles. Alfaomega- marcombo. 447p.



Non-Hodgkin's lymphoma, cancer of the immune system: a case study for a Methodology for Developing Virtual Reality Projects with Haptic Rendering

Esther Ortega Mejía, Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
{esther.ortega.m,marva.mora}@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 14 de mayo de 2016, Aceptado 14 de junio de 2016,
Versión final 14 de julio de 2016*

Abstract Our research work is related to a Methodology for Developing Virtual Reality Projects with Haptic Rendering (HAREVIR). This paper presents a case study which was developed for an informative virtual environment about Non-Hodgkin lymphoma (NHL) disease, which is focused on the task of rendering and manipulating virtual objects via kinesthetic. We present three issues associated to the design process: selection of activities, the choice of algorithms, languages and tools that are used in the case study.

Keywords: Virtual environment; Virtual reality; Haptic rendering; hodkin's lymphoma, cancer.

1 Introduction

The methodology HAREVIR served as support and guidance in the development of virtual environment (VE) with haptic rendering, which includes: User definition and specification of the system requirements, selection of methods and algorithms for Haptic Rendering and setting

hardware (haptic device) and other considerations that are key to the development of the project. From the steps of the proposed methodology a case study is performed for the use of HAREVIR. It is chosen a health problem affecting Mexican population, to propose an informative VE on a type of cancer.

2 HAREVIR Methodology

To make use of the HAREVIR methodology, a case study of an informative VE on non-Hodgkin lymphoma, that could request a museum, an institution that serves visual weakness people, an educational institution, etc., is proposed.

The first stage of the methodology is user and system requirements, an example of this are presented.

2.1 User definition and specification of the system requirements

To develop an informative VE on the Windows platform that generates sensory experiences about non-Hodgkin lymphoma, it will be used preferably open source software, as well as, a cheap, three degrees of freedom (3-DOF), easy to use and program haptic device. Auditory, visual and kinesthetic sensory channels must be immersed. It will have at least four major sections: Definition, main organs of the lymphatic system, diagnosis and treatment. The user will interact with the environment through the haptic device and the keyboard of a PC (personal computer). The information of all sections will display using large enough text including audio. Proxy movements on the VE will be simultaneous to the haptic device ones.

In the disease definition section it will be shown 3D (three dimensional) models to simulate the human body and main organs involved with NHL, and a proxy shaped pointer with a camera for different angles viewing. The information obtained from the camera is displayed in a small panel visible to the user. In this section, 3D scaled and simulated texture models that occupy an approximate size of a standard PC screen area will appear. Keyboard will be used to display the meshing body and thus it is possible to visualize internal organs.

The VE will have a section that includes the major organs of the lymphatic system (each organ in a larger size). There will have a light source that illuminates the models. It will not be necessary to project shadows. The name of each body organ and its main function will be seen. End user will be able to feel the shape of each organ of the body.

After describing user and system requirements, next table presents some aspects to be considered for project development.

Activity	Defined
Defining geometry objects.	Triangular.
Analysing the haptic device suitability.	Easy to use and program.
Planning moves allowed.	Translation and rotation.
Preparing sensory channels to be worked on.	Auditory, visual and kinesthetic.
Devising proxy relation with haptic device.	Pointer movement guided by haptic device.
Selection of modeling software, libraries and language.	Blender, OpenGL, Chai3D and C++.

Table 1. User and system requirements activities.

To begin project development important aspects above (Table 1 User and system requirements activities) have been established and described below.

The geometry of objects is set to determine the selection of collision detection algorithm. The suitability of the haptic device is that it is easy to program, cheap and it has 3-DOF, so Novint Falcon suits such requirements. Planning moves allowed means each object can rotate, translate and scale, because it is necessary to place objects in the VE to maintain proper order and size. The determination of which objects will be penetrated, the application of texture to make them as real as possible and the determination of transparency level of them also implies the manipulation of objects which is it essential to establish a VE. Preparing sensory channels involves hearing some texts, showing information and human organs, as well as, sensing some organs related to the disease. Proxy movements are at par to the haptic device in the virtual world. When you choose a specific virtual human organ the pointer is oriented automatically to it. Finally, the proposed modeling software, libraries and language is Blender that is used either to create or to modify models of objects. OpenGL serves to generate some 3D graphics, and Chai3D is an open source framework that, in conjunction with the programming language C++, supports novint falcon haptic device and simulates virtual environments.

2.2 Selection of methods and algorithms for Haptic Rendering

The second stage of the methodology is the selection of methods and algorithms for Haptic Rendering, in which the main activities are defined.

Activity	Defined
Setting type of objects to be worked on	Organs of the human body.
Calculating position and orientation of objects	According to anatomy of the human body.
Checking level of haptic feedback	Computes forces between proxy and VE.
Selection of collision algorithm	Axis Aligned Bounding Boxes Algorithm

Table 2. Methods and algorithms for haptic rendering.

Setting type of objects to be worked on consists in selecting objects that the VE has: organs of the human body, specifically those related to the lymphatic system.

Calculating the position and orientation of objects (organs of the lymphatic system) has to consider there is a 3D virtual environment and coordinates x , y and z which control the traslation, rotation and size of the objects to form properly the human body or any section of the VE.

Checking the necessary level of haptic feedback (calculation of forces and torques). The first step is to detect if there is a collision between the proxy and an object of the VE, if it does exist, it is necessary to compute forces between them and subsequently forces are sent to the haptic device. The second step is to verify if there appear dynamic rotational or dynamic translation movements, if so, then, first, the effective force is computed, after that the resulting torque is computed, then the new position of the object is computed and, finally, the last force applied to the proxy and to the object is gotten. Note that the first and the second step are repeated constantly, as long as, the proxy moves towards different objects [6].

Selection of collisions algorithm: we used Axis Aligned Bounding Boxes (AABB) algorithm, because it is the quickest to determine whether two entities are overlapping or not. This consists of wrapping entities in a non-rotated (thus axis-aligned) box, and checking the positions of these boxes in the 3D coordinate space to see if they are overlapping, the advantage of these being their ease of computation and testing [10]. Each object that needs to collide with another, AABB algorithm is applied.

2.3 Setting Hardware (haptic devices)

As mentioned earlier decision to use the falcon novint device has been because is that it is easy to program, cheap and it has 3-DOF. Its main technical specifications: it is a device designed originally for the gaming industry with three arms extending out of the device, with one motor connected to each arm, its workspace is 12x12x12 cm, rate of 1000 hertz and the force torques can reach up to 5N (Newtons) [7].

Activity	Defined
Maximum weight to bear	Three Newtons of force.
Degrees of freedom	Three degrees of freedom.
Considering the borne work area	Its workspace is 12x12x12 cm.

Table 3. Specifications of Novint Falcon.

3 Virtual environment description

Non-Hodgkin lymphoma (also known as lymphoma) is a cancer that starts in cells called lymphocytes, which are part of the body's immune system [1].

In Mexico and around the world cases of cancer have increased, although several studies have determined that certain types have decreased mortality, others as NHL showed an unfavorable trend in 2003-2004 [3].

It is noteworthy that according to [2] the NHL is one of neoplasms (benign or malignant abnormal formation somewhere in the body) most curable today, it reaches 60% - 70% of patients.

The most important aspects for the development of this case study are: According to the background above the proposal of an informative haptic VE on NHL is made on Windows platform and HAREVIR methodology was used. It includes four main aspects: definition, main organs of the lymphatic system, diagnosis and treatment. The user interacts with the environment through the haptic device and the keyboard of a PC. Most of the objects were free and were obtained from [9].

In figure 1, disease definition section is presented with 3D models to simulate the human body and main organs involved with NHL. It has a pointer shaped proxy with a camera included. The information obtained from the camera is displayed in a panel user including meshing body and internal organs.

In figure 2 the top ten rules suggested by the Mexican Association for Cancer Control, A.C., [8] are included as part of the VE. This section is related to rules against cancer and include objects with similar textures to real. In it some objects have dynamic translation and rotation movements and calculation of forces and torques are applied.

Organs of the lymphatic system are shown in figure 3, it includes 3D models, source light to illuminate objects, and the name of each body

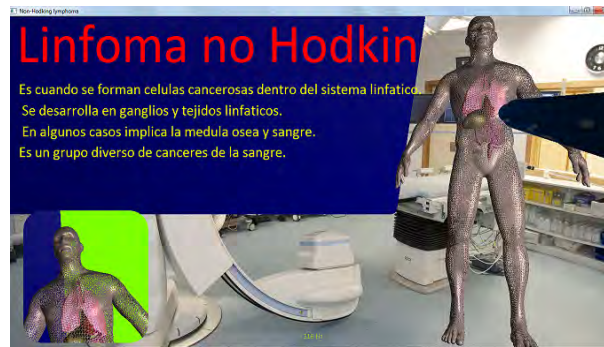


Figure 1. Lymphoma non-Hodkin, virtual environment.



Figure 2. Rules against cancer.

organ and its main function. End user can sense the shape of each organ of the body and knows the main functions of each organ of the lymphatic system.

4 Results

The HAREVIR methodology was used for the development of this case study, so after analyzing the user's requirements, the activities of each phase were identified. The geometry of the objects was defined as triangular, the viability of the haptic device was analyzed for its ease of use and programming, the translation and rotation were established as allowed movements, the sensorial channels that were determined to be used are auditory, visual and kinesthetic, the movements of the haptic device are at par to the proxy and finally the software for its development was established: Blender, OpenGL, Chai3D and C++.

In the selection of methods and algorithms for Haptic Rendering it was established that the organs of the human body would be used for

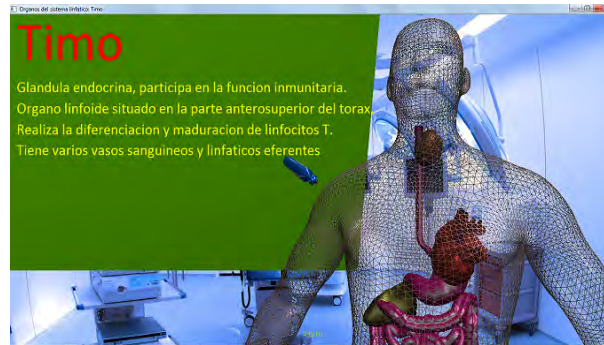


Figure 3. Lymphatic system organ's: Thymus.

the case study, calculating the position and orientation of the objects was according to the anatomy of the human body. To checking the necessary level of haptic feedback is detected if there is a collision between the proxy and any object, it were computed the forces between them, the forces were sent to the haptic device. Then it is verified if there appear rotation or translation dynamic movements, if so, the force, the torque and the new position of the object were computed and finally, the force applied to the proxy and to the object were gotten. This steps were repeated, as long as, the proxy moves towards different objects.

In setting Hardware it is important to know the technical specifications of the haptic devices, because in this case the maximum weight to bear is three newtons of force, it has three degrees of freedom and above all is easy to use and program.

5 Conclusions

After having developed a use case with the HAREVIR methodology, we have identified several activities in the User definition and specification of the system requirements, selection of methods and algorithms for Haptic Rendering and setting hardware (haptic device) stages that serve as a guide for any other virtual reality project with haptic rendering.

References

1. <http://www.cancer.org/espanol/cancer/linfomanohodgkin/guiadetallada/linfoma-no-hodgkin-what-is-what-is-non-hodgkin-lymphoma>
2. M. E. Cabrera, H. García, V. Lois, A. León *Linfoma de Hodkin en Chile. Experiencia de 15 años del Programa Nacional de Cáncer del Adulto*, Revista Médica, Chile; 2007, vol.135 no.3, ISSN 0034-9887

3. L. E. Torres, R. Rojas, C. Escamilla, E. Vara, E. Lazcano *Tendencias en la mortalidad por cáncer en México de 1980 a 2011*, Salud pública, México; 2014, vol.56 no.5, ISSN 0036-3634
4. G. Hernández, A. Aguayo, R. Cano, L. M. Loarca *Actualidades terapéuticas en el tratamiento de linfoma no Hodgkin*, Gac Méd Méx Vol. 144 No. 3, 2008
5. A. Fajardo *Mortalidad por cáncer en niños*, Bol. Med. Hosp. Infant. Mex. vol.62 no.1 México, 2005
6. <http://www.chai3d.org/>
7. Abdulmotaleb E. S. *Haptics technologies: theory and applications from a multimedia perspective.*, ACM Multimedia , 2008.
8. Asociación Mexicana de Lucha contra el Cáncer, A.C. <http://amlcc.org/>, consultation date on may 2016.
9. TurboSquid: 3D Models for Professionals, <http://www.turbosquid.com/>, consultation date on march 2016.
10. Mozilla developer network, *3D collision detection*, https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Games/Techniques/3D_collision_detection



Aplicación de algoritmos genéticos para determinar el tamaño óptimo de una herramienta elíptica en el pulido de superficies ópticas

Fernando Salas Rodríguez^{1,2}, Emanuel de Jesus Carlock Acevedo^{1,2}, Irce Leal Cabrera³, Brian Manuel González Contreras¹, José Federico Ramírez Cruz¹.

¹Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México

²Universidad Politécnica de Tlaxcala, PE de Ingeniería Mecatrónica,
Av. Universidad Politécnica No. 1, Tepeyanco, Tlaxcala.

³Instituto tecnológico Superior de Tepeaca, PE de Ingeniería Industrial,
Av. Tecnológico S/N, San Pablo Actipan, Tepeaca.

{fernandosalas96@gmail.com, emmanueldejesus.carlock@uptlax.edu.mx, irceleal@hotmail.com, phd@brianmgc.i8.com, federico_ramirez@yahoo.com.mx}

<http://www.uatx.mx/>

<http://www.uptlax.edu.mx/>

*Recibido 14 de mayo de 2016, Aceptado 14 de junio de 2016,
Versión final 14 de julio de 2016*

Resumen Utilizando una máquina de desplazamiento lineal y herramientas elípticas de diferentes tamaños en el pulido de superficies ópticas, se calculó el error de raíz cuadrada media (RMS por sus siglas en inglés, Root Mean Square) entre los desgastes simulado y deseado. Se le denomina desgaste calculado a aquel que se obtiene utilizando la ecuación de desgaste de Preston, en cambio, el desgaste deseado es aquel que se desea producir sobre un vidrio conforme a las necesidades de su aplicación; tomando ese valor RMS como función de mérito, se aplicaron algoritmos genéticos para determinar el tamaño más adecuado de la herramienta para lograr el desgaste deseado.

Abstract Using a linear displacement machine and elliptical tools of different sizes in polishing optical surfaces, the RMS (Root Mean Square) error between

the simulated and desired wear was calculated. It is called “calculated wear” that calculated using wear equation given by Preston, however, the “desired wear” is one to be produced on a glass according to the needs of its application; Taking the RMS value as an objective function, genetic algorithms were applied to determine the most appropriate size of the tool to achieve the desired wear.

Palabras Clave: Pulido de superficies esféricas, Algoritmos genéticos en pulido, Herramientas de pulido.

Keywords: Polishing aspherical surfaces, Genetic algorithms on polishing, Polishing tools.

1. Introducción

En el pulido de superficies ópticas, especialmente para su uso en telescopios, las superficies esféricas, que son aquellas en las que el vidrio adquiere una forma de casquete esférico en una de sus caras, pueden obtenerse fácilmente por un técnico, ya que sólo se requiere desplazar una herramienta de casi el mismo diámetro que el vidrio con una pequeña amplitud de oscilación. Para hacer superficies esféricas, que son aquellas en las que el vidrio adquiere una forma de casquete elíptico, parabólico o hiperbólico en una de sus caras, el técnico tiene que desplazar una herramienta sólida pequeña sobre el vidrio en una máquina pulidora comercial según su experiencia sobre las zonas del vidrio que necesiten desgastarse para obtener una superficie deseada. Este proceso de pulido requiere invertir mucho tiempo así como adquirir la experiencia del técnico pero, aún en este caso no siempre se llega a la superficie deseada.

El pulido de una superficie óptica consiste en quitar o remover una cantidad de material sobrante comparado con una forma deseada en diferentes zonas del vidrio (ver Figura 1). La precisión de la superficie después del pulido respecto a la superficie deseada debe tener diferencias en el orden de nanómetros generalmente expresados en longitudes de onda, λ .

El desgaste producido por una herramienta de pulido sobre un vidrio, se realiza de forma tradicional colocando una herramienta hecha con chapopote y brea cuya base es de aluminio (ver Figura 2).

La herramienta es sujetada con un pivote que es movido por un brazo que realiza movimientos pendulares limitados por una amplitud de oscilación.

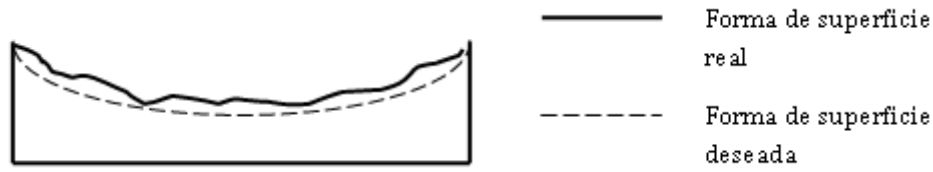


Figura 1. En el pulido de una superficie óptica se remueve el material sobrante de una superficie real para obtener un perfil deseado.

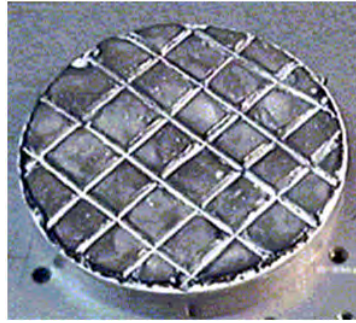


Figura 2. Herramienta de pulido de superficies ópticas hecha con una mezcla de chapopote y brea colocada sobre una base de aluminio, a la herramienta se le desbastan manualmente unas canaletas para dejar fluir micro-partículas de vidrio disueltas en agua entre el vidrio y la herramienta durante el proceso de pulido.

2. Desgaste deseado

Analíticamente, el desgaste en un punto sobre el vidrio se calcula con la Ecuación de Preston [1] cuya expresión está dada por:

$$D(x_v) = C \int_0^{\tau} pv, dt \quad (1)$$

Donde p es la presión, v es la velocidad relativa en un punto entre el vidrio y la herramienta, C es una constante tecnológica, y τ es el intervalo de tiempo.

Cuando tenemos la superficie real y la ideal, se puede obtener su diferencia, Figura 3. La curva de la superficie ideal se calcula con el conocimiento de la constante de conicidad, y diámetro del vidrio, y la superficie real es la superficie esférica cuyo radio de curvatura es el más cercano al de la asférica deseada. Se le llama “desgaste deseado” a esta diferencia en cada uno de np puntos sobre el vidrio.

Antes de iniciar el proceso de pulido se conoce el desgaste deseado, con esta información el técnico define un conjunto de parámetros de la

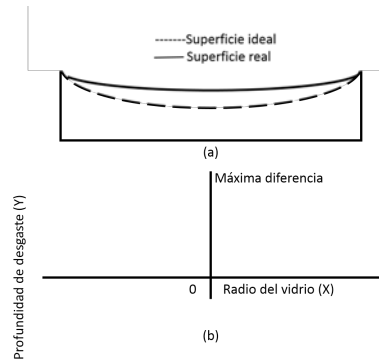


Figura 3. Esquema representativo del desgaste requerido para obtener una superficie esférica cóncava a partir de una esférica. (a) Esquema del vidrio, en donde la superficie real es la superficie esférica que obtiene el técnico y la ideal es la esférica requerida. (b) Representación de la gráfica de la curva que representa el desgaste a realizar para obtener la superficie cóncava.

máquina pulidora. A partir de esos parámetros, también puede predecirse el desgaste que se lograría en cada punto con ayuda de la Ecuación de Preston, ecuación (1).

El desgaste predecible de superficies ópticas ha sido tratado por varios investigadores, pero sus resultados no se encuentran a disponibilidad pública. En el Taller de Óptica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP, se han realizado diferentes investigaciones y se han implementado diferentes programas de cómputo para calcular el desgaste en la superficie con determinados parámetros de la máquina pulidora. Estos trabajos han sido dirigidos en su mayoría por los doctores Alberto Cordero Dávila y Carlos Robledo Sánchez a través de la dirección de tesis de maestría y doctorado así como proyectos con apoyo de CONACyT.

Irce Leal C. et al [2], calcularon el desgaste producido por herramientas de diferentes formas, considerando que esta se desplaza verticalmente sobre un vidrio y oscila perpendicularmente a esta dirección. Una forma de calcular el desgaste fue utilizando el modelo de Preston y calculando la distancia recorrida por la herramienta, el desgaste se puede asociar con un área de contacto entre vidrio y herramienta, expresándola como una sumatoria. Los mismos autores [2] desarrollaron las ecuaciones de desgaste con esta consideración y las mostraron e implementaron para herramientas de forma circular, elíptica, romboide o diamante y cuadrada. En la Figura 4, se muestra el esquema descriptivo del movimiento de la herramienta y los parámetros que en ella se consideran.

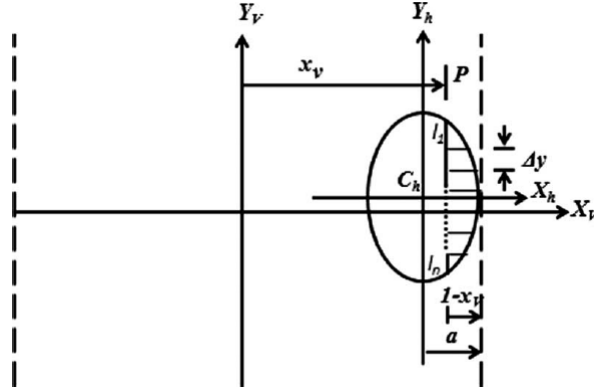


Figura 4. Esquema de desplazamiento de la herramienta de pulido, desplazándose linealmente en dirección del eje Y.

La ecuación 1 es modificada al sustituir la velocidad v dentro de la integral por el término l/dt e incorporando Δy tanto dentro como fuera de la integral que para fines numéricos es implementada como una sumatoria de Riemann. La presión por un instante de tiempo puede considerarse constante, la expresión está entonces dada en [2] como:

$$D(x_v) = \frac{C_p}{\Delta y} \sum_{i=1}^N l_i \Delta y \quad (2)$$

El argumento de la sumatoria es precisamente el área en que un punto de la herramienta hace contacto con el vidrio, la ecuación del área aplicada depende de la forma de la herramienta.

3. Descripción de la Aplicación

En la figura 6, el dominio en X, se refiere al margen de -1 a 1 en el que la herramienta de semieje “a” puede oscilar, el semieje “a” de la herramienta debe ser menor a este rango y se identifica como el radio de una herramienta circular o el semieje en X de herramientas rectangulares, romboidales o elípticas.

En este trabajo se utilizaron sólo herramientas elípticas, en el entendimiento de que la optimización se aplicará de la misma forma para otras formas de la herramienta, ya que en [2] se han deducido las ecuaciones que describen el desgaste que estas otras producen. De la ecuación (2) se utilizó:

$$E = \frac{2C_p}{\Delta y} \quad (3)$$

Así, en [2] se obtuvieron las ecuaciones para el cálculo de desgaste con herramientas de forma elíptica, las cuales se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Ecuaciones para el cálculo de desgaste con herramientas de forma elíptica.

$D(x_y) =$	$Eb\left(\frac{\pi a}{2}\right)$	$0 \leq x_y \leq 1 - 2a$	$0 \leq a \leq 1/2$
	$Eb\left(\frac{1}{2a}\right) \left\{ \frac{\pi}{2} a^2 + (1 - x_y - a) [a^2 - (1 - x_y - a)^2]^{1/2} + a^2 \sin^{-1} \left(\frac{1 - x_y - a}{a} \right) \right\}$	$1 - 2a \leq x_y \leq 1$	
	$Eb\left(\frac{1}{2a}\right) \left\{ (1 - x_y - a) [a^2 - (1 - x_y - a)^2]^{1/2} + a^2 \sin^{-1} \left(\frac{1 - x_y - a}{a} \right) - (a - 1 - x_y) [a^2 - (a - 1 - x_y)^2]^{1/2} + a^2 \sin^{-1} \left(\frac{a - 1 - x_y}{a} \right) \right\}$	$0 \leq x_y \leq 2a - 1$	$1/2 \leq a \leq 1$
	$Eb\left(\frac{1}{2a}\right) \left\{ \frac{\pi}{2} a^2 + (1 - x_y - a) [a^2 - (1 - x_y - a)^2]^{1/2} + a^2 \sin^{-1} \left(\frac{1 - x_y - a}{a} \right) \right\}$	$2a - 1 \leq x_y \leq 1$	

Utilizando las ecuaciones mostradas en la tabla 1, se calculó el desgaste para diferentes valores del semieje “a” entre 0 y 1. Las gráficas obtenidas se muestran en la figura 5.

Se modificó el programa de cálculo de desgastes de herramientas elípticas para ser usado como una función en el tool box de optimización de Matlab utilizando Algoritmos genéticos. Se asignó un valor constante para el semieje “b” de la herramienta elíptica y el valor asignado al semieje “a” estuvo a cargo de algoritmos genéticos a través de sus respectivas etapas de generación de población, reproducción y selección.

La función de mérito fue el error RMS, es decir, el programa devuelve el valor del semieje “a” para el cual se obtuvo el mínimo del error RMS. Para ello, se calculó la sumatoria de errores al cuadrado, S^2 , dada por:

$$S^2 = \sum_{i=1}^{NP} (\text{Desgaste deseado } i - \text{Desgaste calculado } i)^2 \quad (4)$$

Donde NP, es el número total de puntos para los cuales se calculó el desgaste. Tomando S^2 , el valor RMS se obtuvo de acuerdo a la expresión:

$$RMS = \sqrt{\frac{S^2}{NP - 1}} \quad (5)$$

Se limitó el valor de búsqueda de a de 0.1 a 0.95, se mantuvieron las opciones estándar de las diferentes etapas de los algoritmos genéticos de Matlab, a excepción del método de selección, que se cambió a los

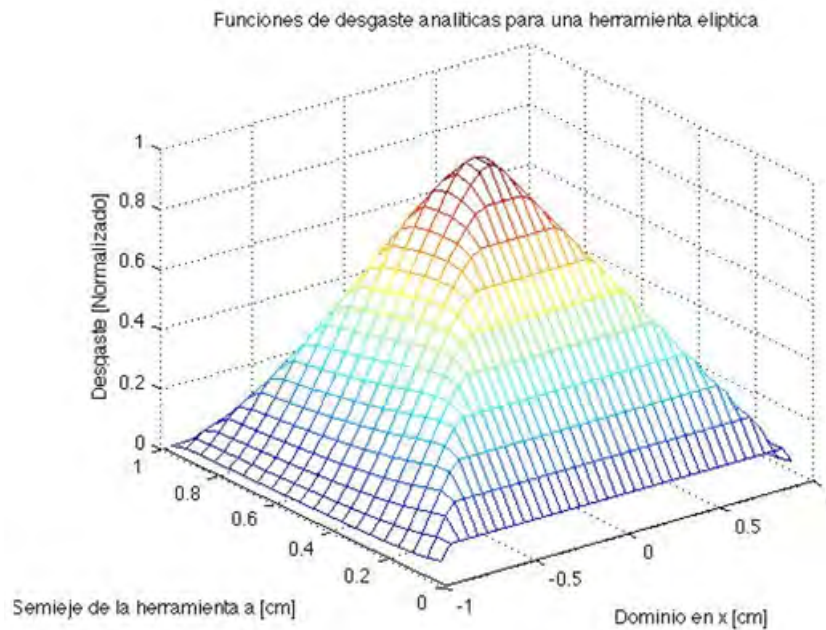


Figura 5. Curvas de desgaste obtenidas con las ecuaciones de la Figura 7 considerando el uso de herramientas elípticas con semiejes “a” en X y “b” en Y.

diferentes tipos en diferentes corridas, obteniendo el mejor ajuste con la utilización del método estocástico.

4. Resultados y Pruebas

Con matlab se corrieron de 51 a 100 indicando el número de iteración en la cual se detuvo el programa. El valor de la función objetivo indica el RMS obtenido, 0.01326, entendiendo que el ideal es 0. La herramienta para el que se obtuvo el RMS antes mostrado, en este caso, para el desgaste deseado que se consideró, el tamaño del semieje a propuesto es de 0.65, que dentro del rango 0 a 1, nos indica la proporción del semieje a respecto al diámetro o ancho del vidrio.

En la Figura 6 se muestra el ajuste de curvas de desgaste, la curva superior representa el desgaste deseado y la curva inferior el desgaste calculado con la herramienta propuesta por algoritmos genéticos.

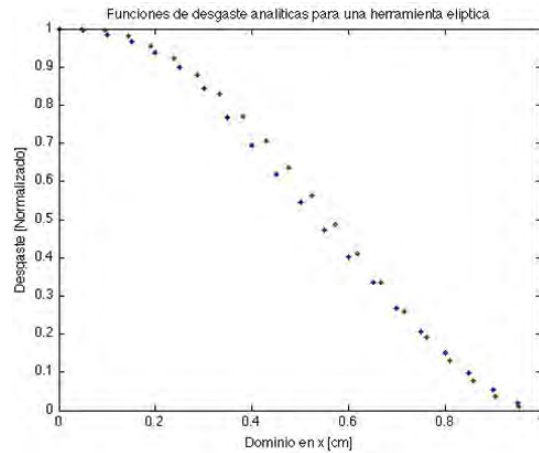


Figura 6. Ajuste de curvas de desgaste deseado y calculado en el pulido de una superficie óptica con herramientas elípticas, el valor RMS obtenido fue de 0.01326, la curva inferior representa el desgaste calculado con la herramienta propuesta por algoritmos genéticos y la curva superior es el desgaste deseado. Se grafica respecto al radio simétrico del vidrio.

5. Conclusiones

El valor del radio de la herramienta óptimo fue encontrado en menos de un segundo, los mejores resultados se obtuvieron con el método de selección Estocástico Uniforme.

Este excelente resultado puede ser usado para la determinación del tamaño de herramienta idóneo en la automatización del proceso de pulido de superficies ópticas utilizando otras formas de herramientas y otros perfiles de desgaste deseado.

Referencias

1. F. W. Preston, "The theory and design of plate glass polishing machines" J. Soc. Glass Technol. 11, 214-256 (1927).
2. Irce Leal-Cabrera, Alberto Cordero-Dávila, Jorge González-García. "Analytical and numerical classification of wear profiles produced with different-shape oscillating tools" Optical Engineering 48(10), 1-1:1-10 (2009).



Generación de Mapas Veronese usando CUDA

Juan Manuel Alvarez-Ledesma, Leticia Flores-Pulido

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
{jumaalmx,aicitel}@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 14 de mayo de 2016, Aceptado 14 de junio de 2016,
Versión final 14 de julio de 2016*

Resumen Se presenta un enfoque para resolver la construcción de Mapas Veronese que transforman un espacio de dimensiones $\mathbb{R}^K$ a un espacio $\mathbb{R}^{Mn}$ mediante polinomios embebidos. Esta transformación tiene aplicaciones en detección de movimientos 2-D y en segmentación de subespacios, entre otros, pero puede presentar tiempos grandes en su ejecución para conjuntos de datos grandes. En este trabajo se aprovechan las ventajas de los cálculos intensivos que se llevan a cabo en el GPU para ejecutar instrucciones en paralelo sobre un conjunto de datos y así acelerar su tiempo de ejecución. CUDA es un modelo arquitectura para programación paralela cuyo uso permite desarrollar programas para ejecutarse tanto en el CPU como en el GPU y su uso en este trabajo muestra resultados de una aceleración en la ejecución (*speedup*) de hasta 8X para la construcción de mapas veronese.

Abstract An approach to solve the construction of Veronese Maps is presented. This approach transforms a space $\mathbb{R}^K$ into a space $\mathbb{R}^{Mn}$ by embedded polynomials. This transformation has applications in the detection of 2-D movements and segmentation of subspaces, among others, but its execution time can be very high for large datasets. In this work the advantage of the intensive calculations carried out in the GPU to perform parallel instructions on a set of data is taken and thus there is a speedup in its execution time. CUDA is an architecture model for parallel programming whose use allows develop programs to run on both the CPU and the GPU. With CUDA, the results obtained show a speedup of up to 8X for the construction of veronese maps.

Palabras Clave: Mapa veronese, CUDA, GPU, Aceleración de ejecución, álgebra geométrica.

1. Introducción

En álgebra es común que se busque una transformación que mapee un problema no lineal en un espacio dimensional hacia un problema lineal en un espacio de mayor dimensionalidad. A esta técnica se le llama Mapa de Veronese o polinomios embebidos.

En visión por computadora y reconocimiento de patrones se han usado los mapas veronese para corregir las imágenes obtenidas con cámaras con lentes que tienen cierta distorsión transformando una imagen plana en $\mathbb{P}^2$ hacia un espacio proyectivo 5D en $\mathbb{P}^5$ [1].

Vidal et al. [2] hicieron una aproximación de álgebra geométrica para estimar subespacios llamada GPCA en donde los espacios lineales son representados como un conjunto de polinomios obtenidos a partir de la construcción del mapa veronese que incrementa las dimensiones del sistema con lo cual se puede transformar un problema no lineal en $\mathbb{R}^K$ a uno lineal en $\mathbb{R}^{M_n}$. A partir de esos polinomios se obtienen los vectores normales que permiten identificar los subespacios a los que pertenecen los datos. Sus resultados se han utilizado en segmentación de imágenes 2D y 3D, identificación de sistemas híbridos, entre otros.

Los mapas veronese como herramienta algebraica tiene interés en distintos campos de aplicación y su generación es relativamente simple desde el punto de vista algorítmico (el algoritmo se presenta en la sección 4), sin embargo debido a que el mapa veronese toma datos pertenecientes a una dimensión menor y después de la transformación los desplaza hacia una dimensionalidad mayor, su tiempo de ejecución limita su uso con conjunto de datos muy grandes en aplicaciones donde el tiempo de realizar los cálculos está comprometido, como en segmentación de movimiento, visión por computadora o la identificación de sistemas híbridos, por ejemplo.

La alternativa de solución que se presenta en este trabajo es alcanzar un mejor desempeño en términos de tiempo implementando la construcción de Mapas Veronese en la unidad de procesamiento gráfico (GPU) usando el modelo de programación paralela CUDA (*Compute Unified Device Architecture*) que fue desarrollado por NVIDIA [3].

2. Trabajos Relacionados

Hay un buen número de trabajos en los que se utilizan los Mapas Veronese y queda claro que es una herramienta útil en diversas aplicaciones en donde se requiere encontrar una solución lineal sobre datos originalmente no lineales. Por otro lado, desde el lanzamiento de CUDA han proliferado los trabajos en los que se buscan soluciones que ejecuten más rápido al ejecutar tanto en el CPU como en el GPU.

Yi et al. [4] desarrollaron un trabajo en el que proponen una variación sobre el trabajo de Vidal et al. [2] utilizando una estructura de filtro FIR dentro de la arquitectura para la identificación de subespacios a partir del Mapa Veronese en el que transforman una polinomio de grado m de dimensiones K en un espacio de datos embebidos de dimensión

$$M_m = \binom{m + K - 1}{K - 1} \quad (1)$$

Su contribución está en la formulación de la estructura de filtro FIR para la estimación de subespacios y sus resultados resaltan los beneficios de encontrar formas de acelerar los cálculos de los algoritmos para las soluciones propuestas.

En el artículo de Saha et al. [5] se presenta el desarrollo de algoritmos para el procesamiento de imágenes desarrollados tanto para ser ejecutados en el CPU como en el GPU utilizando CUDA. Ellos realizaron un análisis del desempeño punto a punto de los algoritmos sobre imágenes de 3000 x 3000 píxeles, variando el número de hilos por bloque, y aunque no describen la plataforma de cómputo que utilizan, sus resultados muestran que se pudieron acelerar los tiempos de ejecución entre 4X y 9X en algoritmos para mejorar imágenes. Su mejor aportación es que mostraron que en las aplicaciones que involucran una alta comunicación entre hilos es mejor incrementar el número de hilos por bloque para obtener resultados más rápidos.

El trabajo de Campana-Olivo y Manian [6] está enfocado en la reducción de conjuntos de datos hiperespectrales no lineales cuyos algoritmos tienen una complejidad $O(n^3)$, lo cual es de interés en el presente trabajo porque desarrollan tres de los algoritmos más populares para la reducción de dimensionalidad no lineal usando la arquitectura multi hilos de CUDA y aceleran sus tiempos de ejecución. Para validar sus resultados de la aceleración del tiempo de ejecución, ellos ejecutaron los programas realizados en C++ y los compararon con los obtenidos con CUDA C, y han encontrado una mejora de entre 12X y 26X para los algoritmos que eligieron.

3. Conceptos Básicos

En esta sección se dan conceptos sobre los dos temas centrales del trabajo. Primero se establecen las ideas básicas sobre la construcción de Mapas Veronese y después sobre la plataforma de cálculo que se utiliza.

3.1. Mapas Veronese

Formalmente, un Mapa Veronese de grado h es un mapeo

$$v_h : \mathbb{F}^D \rightarrow \mathbb{F}^{M_h^{[D]}} \quad (2)$$

dado por

$$v_n \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1^h \\ x_1^{h-1}x_2 \\ \vdots \\ x_D^h \end{pmatrix} \quad (3)$$

Lo que establece la ecuación (3) es que se deben encontrar todos los monomios que cumplan con los polinomios homogéneos del mapeo de la ecuación (2) y multiplicarlos por los valores numéricos x_i de tal forma que como salida se obtienen los valores numéricos de la evaluación de cada monomio de grado h .

3.2. CUDA

CUDA es un modelo de programación paralela que se diseñó para desarrollar aplicaciones que se pueden escalar con el incremento en el número de núcleos en el GPU. Bajo CUDA los sistemas de cómputo tienen ahora el paradigma computacional de procesamiento cooperativo que se reparte entre el CPU y uno o más GPUs. La API de CUDA es una extensión de C que compila código de propósito general para

ser ejecutado en el GPU [7].

Para CUDA un sistema de cómputo paralelo consiste de un *host* (normalmente un CPU) y uno o más recursos computacionales o dispositivos (con CUDA, GPUs). Las tareas de cálculo se realizan en el GPU por medio de un conjunto de hilos en paralelo. La arquitectura de hilos del GPU consiste de una jerarquía de dos niveles, como se observa en la figura 1.

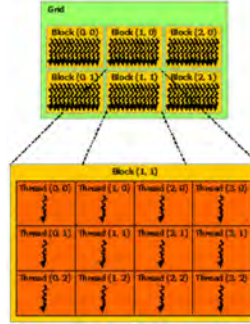


Figura 1. Rejilla de bloques en la arquitectura de dos niveles que usa CUDA (tomado de [3]).

El espacio de computación para CUDA está definido por un grid, bloques e hilos dentro del GPU. Un grid es una estructura discreta de k dimensiones ($k = 1, 2, 3$) que define el tamaño y volumen del espacio de computación. Cada elemento del grid es un bloque, que es una estructura más pequeña identificada por sus coordenadas relativas en el grid. Cada bloque contiene una gran cantidad de hilos, cada uno identificado por un identificador (ID); cada hilo tiene una coordenada relativa dentro del bloque al que pertenece. El GPU está organizado como una colección de multiprocesadores; cada uno de los multiprocesadores es responsable de manejar uno o más bloques en un grid. Los hilos dentro de un bloque pueden cooperar compartiendo datos de su memoria compartida y sincronizando su ejecución para coordinar su acceso a la memoria. CUDA resulta adecuado para desarrollar el patrón de diseño paralelo SPMD. [8].

Para más detalles técnicos de CUDA se sugiere consultar [3].

4. Desarrollo

El algoritmo para calcular el Mapa Veronese es analizado a partir de su pseudocódigo. Por simplicidad de notación, se utiliza el estilo de MatLab para los arreglos multidimensionales.

Entrada: El primer parámetro es un número n que determina el grado de los monomios de los polinomios homogéneos; el segundo parámetro es una conjunto de números x_i agrupados en una matriz de K por N , donde K es el número de dimensiones y N es el número de puntos por dimensión.

Salida: Un conjunto de números agrupados en una matriz de K por M_n , donde K tiene el mismo significado que en la entrada y $M_n = \binom{n+K-1}{n}$ es el número de

dimensiones del resultado.

En la Figura 2 se muestra el pseudocódigo del algoritmo para Mapa Veronese. En la columna de la derecha se muestra las veces que se repiten cada paso. En este algoritmo todos los ciclos son del tipo *for*, por lo tanto se pueden estimar directamente las repeticiones que tendrá, sin necesidad de estimar el peor o el mejor caso de ejecución. Se observa que su orden de ejecución tiende a $O(M_n NK)$. Aunque normalmente $N > K$ y $N > M_n$, su orden de ejecución se puede complicar con conjuntos de datos muy grandes (N) o de muy alta dimensionalidad (K que también afecta M_n).

Paso	Operación	Costo	Veces
1	K = número de renglones de $\mathbf{x}$	C1	1
2	N = número de columnas de $\mathbf{x}$	C2	1
3	Potencias_monomios = calcula los exponentes de los monomios de grado n de K dimensiones	C3	nK^3
4	Calcula $M_n = \binom{n+K+1}{n}$	C4	1
5	$\mathbf{X1}$ = redimensiona $\mathbf{x}^T$ en un arreglo de $1 \times N \times K$ //calcula las potencias de $\mathbf{x}$ en un arreglo de $(n+1) \times N \times K$	C5	NK
6	Inicializa el arreglo $(n+1) \times N \times K$ Potencias_x	C6	$(n+1)NK$
7	Para $i = 1$ hasta $(n+1)$ hacer el paso 8	C7	$(n+2)$
8	Potencias_x($i, :, :$) = Potencias_x($i-1, :, :$) * $\mathbf{x}$ // Calcula la salida	C8	$(n+2)NK$
9	Temp = Potencias_monomios(:, 1) + 1	C9	M_n
10	Veronese = Potencias_x(Temp, :, 1)	C10	NM_n
11	Para $i=2$ hasta K hacer los pasos 12 al 14	C11	K
12	Temp = Potencias_monomios(:, i) + 1	C12	$M_n K$
13	Temp1 = Potencias_x(Temp, :, i)	C13	$M_n NK$
14	Veronese = Veronese * Temp1	C14	$M_n NK$
15	Regresa(Veronese)		

Figura 2. Pseudocódigo para el algoritmo que calcula el Mapa Veronese. Se usa notación tipo MatLab para los arreglos.

5. Resultados y Pruebas

El presente trabajo se desarrolló en una estación con procesador Intel(R) Core(TM) i5-4210Ui5 @ 1.7 GHz, 12 GB de RAM y un GPU GeForce 840M con 384 núcleos de CUDA, bajo la versión 14.04 de Ubuntu; se utilizó el CUDA Toolkit 8.0. Para este trabajo, la estrategia de prueba consistió en generar conjuntos de datos aleatorios, no corresponden a una aplicación real, lo que permite hacer fácilmente variaciones de prueba sobre el grado de los monomios para $n = 2$ y $n = 4$, también se variaron la dimensiones $K = 3$, $K = 5$ y $K = 8$ y para cada combinación se utilizaron conjuntos de 100, 200, 400, 1000, 2000, 5000, 10000 y 20000 datos con la intención de verificar el comportamiento con un rango amplio de valores para tomar mediciones de los resultados. Se ejecutaron la versión del CPU y la versión del CPU+GPU para tomar valores y comparar los resultados.

Cada conjunto de datos se ejecutó 10 veces y en las tablas 1, 2 y 3 se muestran los

tiempos promedio obtenidos para cada caso. Se tomó el tiempo promedio para evitar alguna alteración por causas externas a la prueba.

Cuadro 1. Resultados con $n = 2$ y $K = 3$

Número de Puntos	Tiempo (ms) C	Tiempo (ms) CUDA
100	9.61	4.80
200	10.14	4.06
400	10.66	3.55
1,000	14.80	3.52
2,000	26.97	5.62
5,000	48.19	9.64
10,000	102.75	19.76
20,000	252.55	42.81

Cuadro 2. Resultados con $n = 2$ y $K = 5$

Número de Puntos	Tiempo (ms) C	Tiempo (ms) CUDA
100	12.08	10.06
200	14.26	8.91
400	18.42	8.37
1,000	28.23	7.06
2,000	50.76	10.47
5,000	163.95	31.53
10,000	347.11	58.83
20,000	669.32	111.55

Gráficamente se observa en la figura 3 la mejora en el tiempo de ejecución correspondiente a los datos de la tabla 3. Esta mejora obtenida se debe a que CUDA utiliza todos los núcleos disponibles en el grid del GPU. En particular, el algoritmo para calcular el Mapa Veronese encaja bien en el patrón de diseño paralelo SPMD por lo que la disminución en el tiempo de ejecución era esperada.

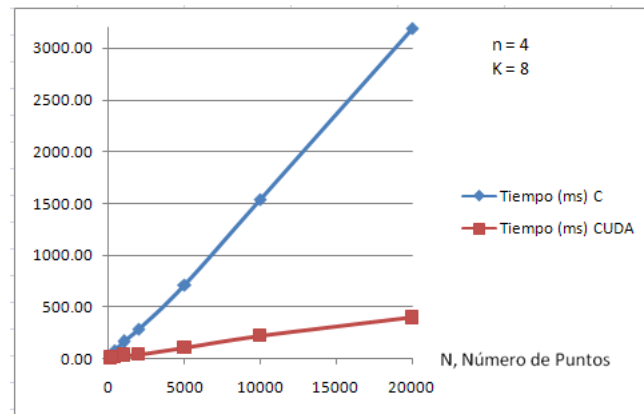
En la gráfica parece que la aceleración en el tiempo de ejecución es muy grande pero corresponde a un factor de 8X; los datos obtenidos para las otras pruebas ronda una aceleración en el tiempo de ejecución de 6X.

6. Conclusiones

Se ha desarrollado la construcción de Mapas Veronese utilizando CUDA y se obtuvo una aceleración en el tiempo de ejecución lo que permite trabajar con conjuntos de datos más grandes y obtener resultados en tiempos razonables. Los resultados obtenidos sobre datos generados son comparables a los que obtuvo [5] pero todavía por debajo de lo reportado por [6], por supuesto que se trata de aplicaciones diferentes

Cuadro 3. Resultados con $n = 4$ y $K = 8$

Número de Puntos	Tiempo (ms) C	Tiempo (ms) CUDA
100	24.45	11.12
200	39.38	13.58
400	80.33	19.13
1,000	164.92	36.65
2,000	290.95	42.47
5,000	711.48	109.46
10,000	1543.31	220.47
20,000	3192.89	399.11

**Figura 3.** Comparación en los tiempos de ejecución de las dos versiones para el desarrollo del Mapa Veronese con $n = 4$ y $K = 8$

pero con la misma intención de mejorar el tiempo de ejecución de las aplicaciones. Con este trabajo se obtuvieron también habilidades para desarrollar aplicaciones con CUDA y como trabajo futuro se deben explorar las bibliotecas disponibles en la plataforma de cómputo paralelo de NVIDIA.

Referencias

1. Barreto, J. P., Daniilidis, K. (2006, June). *Epipolar geometry of central projection systems using veronese maps* In 2006 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'06) (Vol. 1, pp. 1258-1265). IEEE.
2. Vidal, R., Ma, Y., Sastry, S. (2005). *Generalized principal component analysis (GPCA)*. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 27(12), 1945-1959.
3. NVIDIA CORPORATION (2016). *CUDA TOOLKIT DOCUMENTATION* Version 8.0, Developer Zone. URL <https://docs.nvidia.com/cuda/cuda-toolkit-release-notes/index.html> recuperado el 30 de septiembre de 2016.
4. Yi, H., Rajan, D., Chia, L. T. (2007, July). *A ZGPCA Algorithm for Subspace Estimation*. In 2007 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (pp. 771-774). IEEE.
5. Saha, M. D., Darji, M. K., Patel, N., Thakore, D. (2016). *Implementation of Image Enhancement Algorithms and Recursive Ray Tracing using CUDA*. Procedia Computer Science, 79, 516-524.

6. Campana-Olivo, R., Manian, V. (2011, May). *Parallel implementation of nonlinear dimensionality reduction methods applied in object segmentation using CUDA in GPU*. In SPIE Defense, Security, and Sensing (pp. 80480R-80480R). International Society for Optics and Photonics.
7. Sanders, J., Kandrot, E. (2010). *CUDA by example: an introduction to general-purpose GPU programming*. Addison-Wesley Professional.
8. Mattson, T. G., Sanders, B., Massingill, B. (2004). *Patterns for parallel programming*. Pearson Education.



Determinación del flujo armónico en conductores de alimentación

José Luis Hernández Corona, Francisco Javier Albores Velazco, Miguel Angel Carrasco Aguilar, Brian Manuel González Contreras, Alberto Portilla Flores*

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
coronahluis@hotmail.com, javier.albores@gmail.com, marracas2010@gmail.com,
brian.m.g@ieee.org, alberto.portilla@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 14 de mayo de 2016, Aceptado 14 de junio de 2016,
Versión final 14 de julio de 2016*

Resumen La finalidad de este trabajo de investigación, es la evaluación y determinación del envejecimiento, así como las pérdidas de energía en conductores de alimentación por presencia de distorsiones de onda de tensión y corriente, aplicando técnicas de adquisición de señales que nos permitieron obtener las variables involucradas. Al determinar los nuevos índices de distorsiones armónicas provocadas por el usuario del servicio eléctrico, y valorando las consecuencias para tomar medidas que permitan minimizar sus efectos en la vida útil y operativa de los sistemas eléctricos actuales. Un problema es la falta de planeación en el crecimiento de las redes eléctricas, esto viene generando diversos problemas, siendo el más importante la estabilidad. En un principio, el interés a este problema era poco, debido a la falta de conocimiento. Sin embargo, a medida que la demanda eléctrica aumenta en los centros de consumo, los problemas de estabilidad son más frecuentes.

Abstract The purpose of this research work is the evaluation and determination of aging and energy losses in power conductors, by the presence of

* Los autores desean agradecer a la Universidad Tecnológica de Tlaxcala por el apoyo para el desarrollo de esta investigación al proporcionar las instalaciones del laboratorio de Mantenimiento Preactivo y su equipamiento.

distortion wave current and voltage, applying techniques of acquisition of signals that allow us to obtain the variables involved and optical comparison, to evaluate surface structural changes in these. In determining the new indices of harmonic distortions caused by the user of electric service and evaluated the consequences to take measures that minimize their impact on the lifetime and operational the current existing electrical systems. One problem is the lack of planning in the growth of electrical networks has generated several problems, the most important stability. Initially, the interest to this little problem was due to lack of knowledge. However, as electricity demand increases in the consumption centers, stability problems are more frequent.

Palabras Clave: Estabilidad, Envejecimiento, Pérdidas, Distorsiones, Armónicas.

Keywords: Stability, Aging, Losses, Harmonic, Distortions.

1. Introducción

La mayoría de los equipos son capaces de operar satisfactoriamente con variaciones relativamente amplias. Sin embargo en los últimos diez años, se han agregado al sistema eléctrico un elevado número de equipos, no tan tolerantes a estas variaciones incluyendo a los controladores electrónicos y todos los equipos que cuentan con electrónica. Con la aplicación de controles más complejos, se desarrollan controles de procesos mucho más precisos, y un sistema de protección mucho más sensible; lo que hace a éstos aún más susceptibles a los efectos de los disturbios en los sistemas eléctricos.

El incremento agudo de las cargas no lineales conectadas a la red afectan la compatibilidad electromagnética, por lo que es indispensable iniciar investigaciones referentes a determinar el comportamiento de estas distorsiones en afectación a la compañía suministradora y a los consumidores.

El desarrollo de esta investigación se fundamenta en la obtención de los parámetros del flujo armónico que afectan la vida útil de los conductores de alimentación, siendo de gran utilidad para comprender y estudiar el comportamiento de los armónicos de tensión y corriente en el ciclo de vida de un conductor y la sensibilidad que éste tiene bajo condiciones de carga así como su pérdida de energía.

2. Trabajos Relacionados

Se desarrolló un análisis de las variables de potencia que afectan la corriente del neutro cuando los receptores conectados presentan caracterís-

ticas no lineales, por medio del simulador Alternative Transiens Program (ATP), aplicando distintos escenarios, combinando el tipo y número de unidades de carga alimentadas sucesivamente, con tensiones sinusoidales, simétricas balanceadas y debalanceadas. Se estudió el efecto de los armónicos en la tensión de alimentación. Los resultados muestran que las asimetrías y desbalances en las fuentes de alimentación tienen una ligera incidencia en la corriente de neutro, mientras que los efectos de diversidad y atenuación fueron de gran importancia [1].

Sin un estudio y una planificación cuidadosa, los armónicos en los centro de datos seguirán aumentando a medida que el número y los tipos de dispositivos que generan armónicos sean más ampliamente adoptados. Las técnicas de mitigación de armónicos están disponibles, pero, sin un análisis y una planificación adecuada; pueden tener un costo de eficiencia [2].

Las cargas no lineales son la fuente más común de distorsión de corriente, mientras que la distorsión de tensión se produce con mayor frecuencia, cuando un dispositivo eléctrico distorsiona la corriente a través de una impedancia. Además, los armónicos en las instalaciones comparten un punto de acoplamiento en común, pudiendo afectar estructuras vecinas, así, por lo que la contaminación armónica de los edificios cercanos pueden causar distorsión de corriente, distorsión de voltaje o ambos [3].

Aunque se presentan varias técnicas de control, se considera que la técnica más utilizada es la de potencia activa instantánea, siendo también la más estudiada y mejorada. En la actualidad varios autores han propuesto modificaciones a esta teoría, lo que la hacen viable y aplicable a nuevos problemas de calidad de potencia [4].

Los dispositivos electrónicos trabajan mediante cambios en la forma de onda por suicheo teniendo con esto características no lineales. Mientras el voltaje es perfectamente sinusoidal, la corriente resultante es distorsionada. Incrementando el voltaje en un pequeño porcentaje, pudiendo causar el doble de la corriente y tomando una forma de onda diferente. Las fuentes de energía de CA tienen un número sustancial de dispositivos generadores de armónicos, usando una variedad de componentes electrónicos, tal como computadoras, copiadoras, fax. [5].

En circuitos simétricos balanceados, la relación entre la corriente de neutro y la fase, se incrementa con el aumento del armónico de tercer orden y con la disminución del primero y quinto de la corriente de fase, los factores de carga y suministro tienen un importante efecto en la corriente del conductor neutro. Esto demuestra una asimetría de hasta 10° o un desequilibrio de 10 % en el suministro de energía, teniendo un efecto

mínimo sobre el valor eficaz de la corriente del conductor neutro [6].

3. Descripción de la Aplicación

El desarrollo de nuevas metodologías para el análisis de efectos causados por los armónicos, nos ayuda a crear sistemas más actualizados en la determinación del envejecimiento en conductores, asociado a la pérdida de energía, ocurrida por flujo armónico. La aplicación de adquisición de señales en tiempo real nos permite determinar el flujo de corriente y tensión de alimentación, para la obtención de las variables de estudio. Estos datos posteriormente se modelaran en forma computacional y llevará a cabo un estudio matemático correspondiente para la determinación del envejecimiento en conductores.

Si se suponen cargas no lineales con componentes armónicos impares, se puede descomponer la corriente de fase usando la transformada de Fourier [7], ver ecuación (1).

$$i_R = \hat{I}_1 \text{sen}(wt + \alpha_1) + \hat{I}_3 \text{sen}(3wt + \dots + \alpha_3) + \dots \quad (1)$$

Donde: i_R : valor instantáneo de la corriente de la fase R. $\hat{I}_1, \hat{I}_3, \dots$: amplitud de las corrientes armónicas 1, 3, 5. $\alpha_1, \alpha_3, \dots$: ángulo de fase de la corriente armónica 1, 3, 5.

La expresión de la corriente en el neutro de un sistema simétrico balanceado, puede ser escrita como la sumatoria de las corrientes de fase. Determinando la corriente en el neutro, bajo condiciones balanceadas, producidas por las componentes de secuencia cero (3, 9, 15, 21....) de la corriente de fase, ver ecuación (2).

$$i_N = i_R + i_S + i_T = \dots = \sum 3\hat{I}_{6k+3} \text{sen}((6k+3)wt + \alpha_{6k+3}) \quad (2)$$

Donde: $k = 0, 1, 2, 3, \dots$

La ecuación (2) muestra que la corriente en el neutro, bajo condiciones balanceadas, es producida por las componentes de secuencia cero (3, 9, 15, 21...) de la corriente i_R . La aplicando de la serie de Fourier para la determinación de la distorsión total de la tensión, tomando de la red de alimentación una tensión de 127 VCA, con una amplitud definida de $[-L, L]$, como sigue: ver ecuación (3)

$$f(x) \cong \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\alpha} (a_n \cos(\frac{n\pi x}{L}) + b_n \sin(\frac{n\pi x}{L})) \quad (3)$$

Donde: Para una función f , con un período $T=2L$ y $(a_0, a_n, y b_n)$ son coeficientes de Fourier.

4. Conceptos Básicos

Las cargas no lineales: cómo focos ahorradores, lámparas fluorescentes, equipo de cómputo y proyección, cambian la naturaleza de la onda sinusoidal de la corriente y tensión de alimentación, esto produce un flujo armónico que se introduce al sistema de distribución, lo que puede causar interferencia con circuitos de comunicación y con otros equipos principalmente electrónicos. Es de gran importancia estudiar fenómenos de distorsión de onda de tensión y de corriente, para poder determinar los efectos que provocan al usuario o a la compañía suministradora de energía. Valorar las consecuencias que provocan las distorsiones para tomar medidas que permitan minimizar sus efectos en la vida útil y operativa de los sistemas electrónicos actuales.

El desarrollo de métodos para la evaluación de las características de distorsión de ondas de tensión armónica en la afectación de equipos, para la determinación de las características inherentes a la calidad de la energía, cómo herramienta para protegerlos, elevar su vida útil y determinar el ahorro de energía. El fenómeno de las distorsiones armónicas a nivel empresarial, no es del todo conocido, o no se le presta la importancia real, si se toma en cuenta que cuando existe tensiones armónicas en un sistema eléctrico este crea problemas, tales como, el aumento de pérdidas de potencia activa, incremento reactivo de los transformadores, sobrecalentamiento de los cables, sobretensiones en los condensadores, errores de medición, mal funcionamiento de protecciones, daño en los aislamientos, deterioro de dieléctricos, disminución de la vida útil de los equipos, entre otros.

5. Interfaz de Usuario

En la figura 1, se presenta la forma de llevar a cabo la detección y el análisis de la distorsión armónica provocada por equipos de cómputo e iluminación. La forma de onda resultante está compuesta por un número de ondas senoidales de diferentes frecuencias mayores a la fundamental, cuya magnitud es generalmente expresada en porcentaje.

Se utilizó equipo de calidad de la energía con aplicación del análisis de Fourier, empleando el software Power Armonic, que permite determinar la suma de las ondas senoidales de distintas frecuencias, obteniendo las

diferentes perturbaciones armónicas en forma numérica y gráfica, para su respectivo análisis y cálculo del factor K, así como de la determinación de las pérdidas de energía presentes en los sistema de alimentación.



Figura 1. Adquisición y procesamiento de señales

6. Resultados y Pruebas

En la figura 2 se muestra una gráfica de la contaminación armónica presente en uno de los equipos en estudio. Para el desarrollo de la toma de muestras se analizaron , lámparas ahorradoras, equipo de cómputo, video proyector y una pantalla plana. Al llevar a cabo la evaluación se determinó el factor K, que clasifica la forma de onda de la corriente de carga, siendo está igual a 1,5 lo que demuestra que existen pérdidas por calor relacionada a los armónicos provenientes de las fuentes de alimentación y componentes electrónicos. Se encontraron los armónicos 3, 5,7,9, 11, 15 y 21, basándonos en los armónicos 3 y 5, por ser los más perjudiciales.

Las variables obtenidas, en la tabla 1 y 2 son una muestra del total de datos obtenidos y sirven de ejemplo para mostrar el comportamiento de los armónicos producidos por las cargas, al realizar el muestreo, de los equipos en estudio, se tienen un Factor de Potencia "DPF" en retraso, siendo este muy bajo, cómo se observa en la tabla 1.



Figura 2. Gráfica de armónicos en equipo de cómputo

Para una tensión de alimentación 127volts, se obtiene los valores que indican un factor de potencia relativamente bajo, para tres de los cuatro equipos, con una potencia reactiva (KVAR)alta, lo que demuestra que existen pérdidas de energía por bajo factor de potencia, estas variables serán aplicables al cálculo de envejecimiento en conductores, y pérdida de energía, que se llevará a cabo con aplicación de Matlab, para la resolución de ecuaciones matemáticas de gran complejidad y su modelado respectivo.

Tabla 1. Variables de energía

ELEMENTO	KW	KVA	KVAR	PF	V-PK	THD-R	A-HM
PROYECTOR	0.387	0.137	0.118	0.78	178	4.9	0.93
COMPUTADORA	0.178	0.219	0.306	0.34	178.2	4.2	1.01
LÁMPARAS	0.133	0.61	0.198	0.62	177.5	4.3	2
PANTALLA	0.15	0.195	0.14	0.95	178.9	4.4	1.43

Los resultados obtenidos, se muestran en la tabla 2, dónde se observan valores promedio del pico armónico de tensión es del 40 % para ciclos positivos y negativos, de cada elemento estudiado, resultado de la alimentación a sus fuentes de energía y componentes electrónicos, los armónicos que provocan los picos de tensión son: H3, H5, H7, Y H9, se presenta una contaminación en menor medida de los armónicos H11, H15 y H21.

Tabla 2. Picos de tensión y armónicos

ELEMENTO	PK +	PK -	H1	H3	H5	H7	H9	H11	H15	H21
PROYECTOR	178.3	177.7	100	4.1	0.8	0.5	1.5	0.0	0.4	0.0
COMPUTADORA	175.2	176.3	100	4.0	0.7	0.3	1.4	0.0	0.0	0.2
LÁMPARA	178.2	177.7	100	4.1	0.8	0.5	1.5	0.0	0.4	0.0
PANTALLA	179.2	177.7	100	4.1	0.9	0.4	1.4	0.2	0.4	0.0

7. Conclusiones

La importancia de la determinación de las variables que afectan el funcionamiento de los componentes electrónicos y equipos es de gran importancia, en este mundo con crecientes cambios hechos para mejorar el

bienestar humano, pero a su vez se convierten en un gran problema, debido a que los niveles armónicos tienen un efecto sobre el rendimiento de los componentes del sistema. Se vislumbra un crecimiento cercano al 70 % de las cargas no lineales. Las diferentes investigaciones a desarrollarse, son con el objetivo de dar soluciones a los diversos problemas de pérdida de energía, de compatibilidad electromagnética, de fluctuaciones de tensión y corriente, de afectaciones al factor de potencia, la reducción del envejecimiento en componentes y conductores. Debido a la complejidad de las causas y problemas asociados con los armónicos, diversos grupos de investigación han planteado una gran cantidad de modelos matemáticos para entender mejor esta problemática y para la cual no se han establecido todavía modelos definitivos. Los efectos en la red eléctrica asociados a la generación fotovoltaica es un campo relativamente nuevo en el ámbito nacional que requiere de importantes esfuerzos en ingeniería y diseño para responder a requerimientos específicos de calidad de la energía que CFE demanda. En un escenario de implantación masiva de sistemas fotovoltaicos interconectados en el sistema eléctrico nacional, estos efectos representan importantes retos y oportunidades de investigación y diseño, tanto para la comunidad científica, como para la industria eléctrica Mexicana.

Referencias

1. J. A. Suárez, G. F. di Mauro, D. O. Anaut, C. Agüero, *Parámetros que Afectan la Corriente de Neutro en Presencia de Armónicos*, Scielo, Información tecnológica, Universidad Nacional de Mar del Plata, La Serena, Chile; 2010, 77-89 pp.
2. M. Glinkoski et al, *Data Center Power System Harmonics: an Overview of Effects on Data Center Efficiency and Reliability*, ABB, Cambridge, USA; 2014, 28 pp.
3. P. Matwijec, *Mitigating data center*, Raleigh, North Carolina, USA; 2014, 1-7 pp.
4. F. J. López, P. F. Cárdenas, *Current Control Methods for Shunt Power Active Filters to reduce Harmonic Content in Electrical Systems*, Universidad Santo Tomas Tunja-Universidad Nacional de Colombia, Colombia; 2014, 1-8 pp.
5. H. Termutas, F. Termutas, *An application of neural networks for harmonic coefficients and relative phase shifts detection*, ScienceDirect, El Sevier, New York; 2011, 3446-3450 pp.
6. J. Desmet, D. Putman, G. Vanalme, R. Belmans, *Analysis of the neutral conductor current in a three phase supplied network with nonlinear single phase loads*, Electric Machines and Drives Conference, IEEE, USA & Canada; 2001, 448-453 pp.
7. G. F. di Mauro, J. A. Suárez, D. O. Anaut, R. R. di Mauro, C. A. Agüero, *Pérdidas Joule en alimentadores que transportan corrientes armónicas en baja tensión*, Scielo, Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, Arica, Chile; 2013, 372-379 pp.



Sistema de Automatización para el Programa “Yo No Abandono” del CBTIS No. 61

Norma Mendoza Molina, Patrick Hernández Cuamatzi, Carolina Rocío
Sanchez Pérez, Marva Angélica Mora Lumbreras, María del Rocío
Ochoa Montiel y Aydee Rojas Escobar

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
{nmed39,hcpatrick,krlinasp,marva.mora,ma.rocio.ochoa}@gmail.com, aydrojas@
yahoo.com.mx
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 14 de mayo de 2016, Aceptado 14 de junio de 2016,
Versión final 14 de julio de 2016*

Resumen El abandono escolar es una problemática muy importante en el nivel Medio Superior, a nivel Nacional se implementó el programa “Yo No Abandono” el cual consiste en la aplicación de una serie de cuestionarios para detectar problemas que propician el abandono escolar, sin embargo, esta tarea toma demasiado tiempo y con ello la toma de decisiones para evitar la deserción no es oportuna. En ésta investigación se desarrolla e implementa un sistema web para automatizar los procesos de dicho programa, con el fin de mejorar el manejo de la información por parte de los tutores y orientador educativo y así lograr una toma de decisiones de manera oportuna, dicha propuesta se desarrolló usando software libre y se implementó en el CBTIS No. 61 en Huamantla Tlaxcala.

Abstract The scholar desertion is a very important problem in the high school, at national level it has been implemented the program “Yo No Abandono” which consist in the application of a serie of questionnaires to detect problems that impact on the scholar desertion, however, this take too much time and hence the decision to avoid desertion is not timely. On this paper we develop and implement a web system for automatizate process of this program, with the goal to enhance the information use of tutors and educational counselor for timely decision making, this proposal was developed using free software and implemented on the CBTIS number 61 in Huamantla Tlaxcala.

Palabras Clave: Sistema de Automatización, Detección, Abandono Escolar, Diagnóstico, Encuestas.

Keywords: automation system, diagnosis, inquest, processes, school leavers

1. Introducción

En el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 61 del municipio de Huamantla, Tlaxcala, se lleva a cabo el programa “Yo No Abandono” una estrategia integral de carácter nacional que involucra la participación conjunta y coordinada de autoridades educativas, federales y estatales, docentes-tutores, padres de familia, orientadores educativos y estudiantes, para lograr mayores índices de acceso, permanencia y conclusión exitosa de los estudios de nivel medio superior. A través de la Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS) se ha construido un primer conjunto de herramientas para apoyar el trabajo en los planteles y así evitar el abandono escolar.

Sin embargo, estas herramientas deben ser aplicadas y analizadas de forma manual por lo cual surge la necesidad de un sistema utilizando las tecnologías de información y comunicación, que mejore y haga más eficientes los procesos de dicho programa y al mismo tiempo gestione la información de forma oportuna y así evitar una toma de decisiones desacertada e inoportuna.

2. Trabajos Relacionados

2.1 Sistema de Alerta Temprana en el Programa Síguele

Este programa [1] muestra los lineamientos establecidos en la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), como una estrategia para contribuir a la mejora del aprovechamiento escolar, disminuir los índices de deserción y reprobación e incrementar la tasa de eficiencia terminal. Articula seis dimensiones: Sistema de Alerta Temprana (Generador de información para acciones de intervención), el Sistema Nacional de Tutorías Académicas (atiende el aspecto académico), el Programa de Orientación Vocacional (se enfoca al área vocacional), Construye T (se orienta al ámbito psicosocial y afectivo).

Este programa operó por tres años, presentó algunos problemas en su plataforma por lo que dejó de funcionar y ahora en su lugar está el programa “Yo No Abandono” que actualmente no cuenta con una plataforma

para la gestión de la información que permita la detección oportuna de riesgo de abandono escolar.

2.2 Diseño de una guía de tutoría para abatir el índice de Reprobación en los alumnos del nivel medio superior del Instituto Hispano Inglés

Esta investigación [2] es descriptiva y mixta donde se trabaja sobre el estudio de caso, permitiendo profundizar en el desarrollo de trabajo de tutoría, aplicando encuestas para detectar las necesidades que se requieren atender en el sistema de bachillerato. En este trabajo se presenta, el análisis de los datos estadísticos, resultado de las encuestas aplicadas a los alumnos y docentes tutores del nivel medio superior del Instituto.

En este trabajo se refleja la importancia de un programa de tutoría en el nivel Medio Superior, a partir de los resultados que arrojan las respuestas de los alumnos y los docentes tutores pero no se cuenta con un sistema automatizado que lleve a cabo el proceso de análisis

2.3 Pruebas para detectar con tiempo el fracaso escolar.

En este artículo [3] se explica en qué consisten algunas de las pruebas y qué protocolo se sigue cuando se detectan problemas entre el alumnado, así mismo presenta varias pruebas las cuales detectan problemas de aprendizaje que pueden derivar en una situación indeseada para los estudiantes: el fracaso escolar. Son una serie de cuestionarios que indagan el comportamiento de los estudiantes con la finalidad de prever la posibilidad de que repitan curso o abandonen sus estudios. Los cuestionarios evalúan las actitudes de los alumnos y las posibles causas de fracaso escolar.

Este sistema se encuentra en línea y el alumno puede tener acceso a los cuestionarios, pero no se pueden almacenar los resultados para generar una base de datos y poder manipularlos, si una institución requiere del sistema tiene que pagar la licencia de uso. Así mismo las encuestas no están estandarizadas para el entorno de los alumnos de la Institución educativa.

2.4 Aplicación de diseño de encuestas Lime Survey

LimeSurvey (anteriormente PHPSurveyor) [4] es una aplicación open source para la aplicación de encuestas en línea, escrita en PHP y que utiliza bases de datos MySQL. Lime Survey es una de las herramientas

en línea de diseño de encuestas para el apoyo a los procesos educativos y de Investigación, nos permite tener a disposición un instrumento de evaluación en diferentes formas de apoyo: encuestas, evaluación diagnóstica, datos de los encuestados, etc. Como una aplicación de código abierto (OS), permite la construcción de casi cualquier tipo encuesta, con diferentes funcionalidades y características para resultados óptimos.

Sin embargo la aplicación no permite hacer cálculos para interpretar los resultados de las encuestas y para el caso de ésta investigación tendría que realizarse un sistema que determine la valoración adecuada de cada una de ellas.

3. Descripción de la Propuesta de Solución

Para el desarrollo e implementación de nuestra propuesta, se usó el servidor local XAMPP, para gestionar la comunicación se trabajó con las herramientas: MySQL, PHP, Apache y para el desarrollo de la interfaz del sistema web se utilizó HTML y JavaScript.

Para la publicación del sistema en internet se utilizó el alojamiento web de la institución con capacidad de gestionar bases de datos y en la que todos los estudiantes recurren a esta plataforma, ya que contiene información de la institución educativa. En la Figura 1 se muestra el diagrama general del sistema con los módulos y procesos que contiene el mismo.

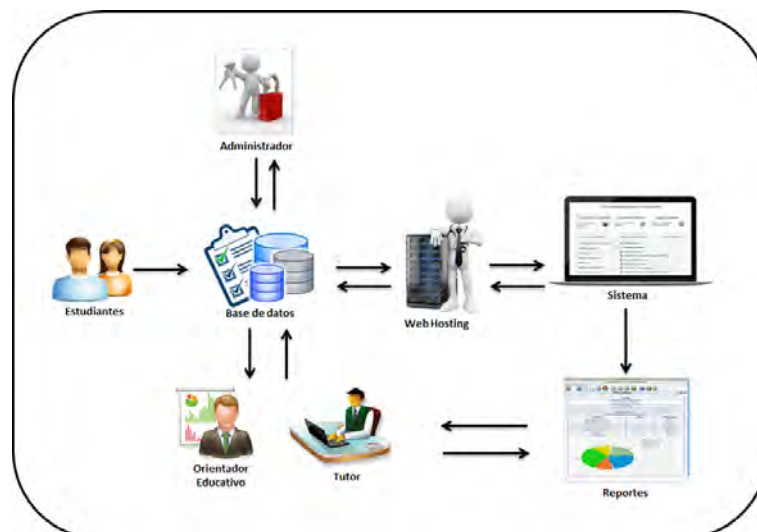


Figura 1. Diagrama general de la propuesta de solución

Como se muestra en la Figura 1 los perfiles de los usuarios son administrador, tutor, orientador educativo y estudiantes. El administrador tiene acceso para gestionar todos los módulos del sistema, los tutores sólo a la información del grupo designado por el administrador y los estudiantes sólo a las encuestas. Por último quien tendrá acceso a los reportes, los cuales se presentan en formato portable (PDF), en forma gráfica o en lista, será el orientador educativo, y los podrá visualizar de manera individual o grupal en el momento que lo requiera.

En base al diagrama general se llevo a cabo la siguiente arquitectura de solución (ver Figura 2), implementando diversas herramientas como es PHP, Mysql, Apache y el software de desarrollo de paginas web HTML. Toda la información reside en un webhosting, permitiendo el acceso a la misma desde cualquier lugar, en línea y en tiempo real. Tiene una arquitectura abierta ya que permite interrelacionarse con otras aplicaciones.

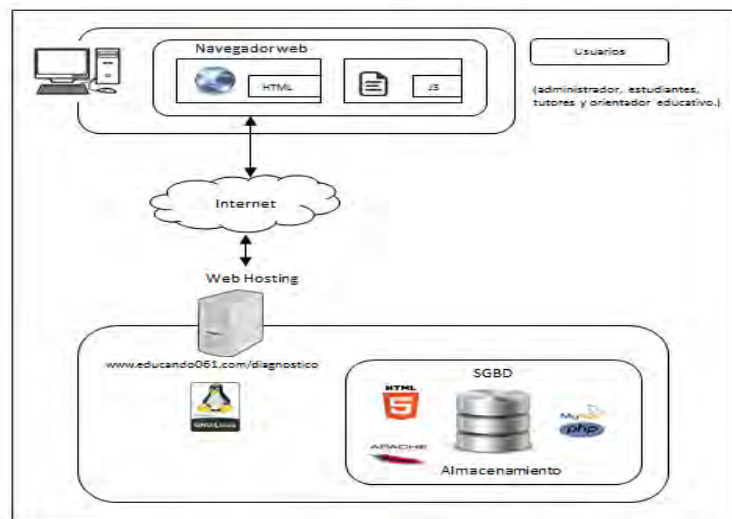


Figura 2. Arquitectura de la propuesta de solución

4. Interacción con el Usuario

En esta parte se conocerá el manejo de la interfaz del sistema y su navegación. En la pantalla de inicio, (ver Figura 3) se muestra una breve

descripción referente al sistema, como orientación para el usuario. Cada vez que el usuario entra al sistema debe autenticarse con su usuario y contraseña para poder iniciar los distintos procesos. Así mismo el administrador es el único que puede gestionar toda la base de datos es decir tendrá acceso a los estudiantes, tutores y orientadores educativos.



Figura 3. Iniciar Sesión

Las preguntas de cada encuesta fueron obtenidas de los tres primeros manuales que contiene el programa yo no abandono, cada encuesta contiene su respectiva tabla de medición de resultados. Dichas encuestas se automatizaron mejorando su diseño, la facilidad para contestarlas y la forma en que se presentan para tener acceso a ellas. El sistema presenta tres tipos de encuestas las cuales analizan diferentes aspectos de los estudiantes, como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Tipos de encuestas

Una de las encuestas que se aplican a los estudiantes es la de Estilos de Aprendizaje la cual proporciona de manera automática al tutor u orientador educativo el tipo de aprendizaje ya sea del estudiante o del grupo y dichos resultados los presenta de forma gráfica, en tabla o en archivo PDF. (ver Figura 5) Logrando con esto mejorar y aplicar oportunamente las estrategias adecuadas para la enseñanza-aprendizaje.



Figura 5. Reporte de resultados del tutor

5. Pruebas y Resultados

La siguiente gráfica (ver Figura 6) presenta los resultados de 10 alumnos con los que se hicieron las pruebas del manejo del sistema de encuestas, actividad realizada por el tutor con apoyo del orientador educativo y desde la aplicación de las encuestas hasta la verificación de los resultados obtenidos se realizó en un tiempo entre 15 y 20 min, sin generar ningún gasto en impresiones, además de poder consultar la información en el momento que lo requiera. En comparación con el sistema tradicional se tardaban aproximadamente 3 días, en la impresión de las encuestas, su aplicación, el cálculo para la obtención de resultados y por último en el análisis individual y global de la situación de los estudiantes.

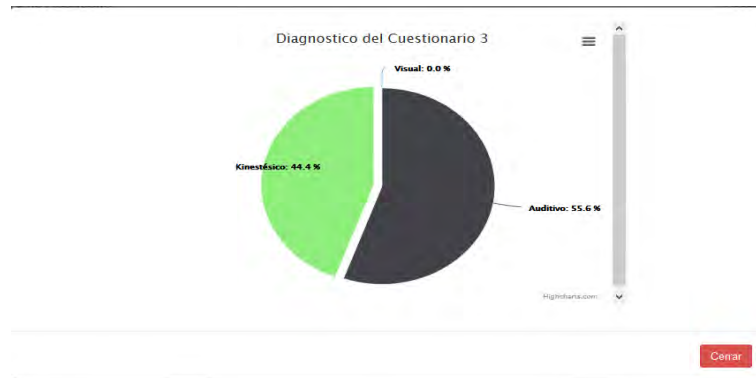


Figura 6. Reporte gráfico de estilos de aprendizaje

6. Conclusiones

El presente proyecto, es un sistema de gran utilidad y beneficio para la institución, ya que con ayuda de las tecnologías de información y comunicación, se logran automatizar los procesos del programa “Yo No Abandono”, haciendo más fácil y eficiente la aplicación de encuestas, la obtención de resultados y la toma de decisiones, actividades que realizan los estudiantes, tutores y orientador educativo, logrando con esto la toma de decisiones de manera oportuna.

Referencias

1. Ulloa, L. P. (Mayo de 2012). SIAT Sistema de Alerta Temprana. Dimensión de Detección de Alumnos en Riesgo: <http://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/siat.pdf>
2. López, L. G. (2014). Diseño de una guía de tutoría para abatir el índice de reprobación en los alumnos del nivel Medio Superior. Universidades: <http://www.aliatuniversidades.com.mx/conexion/index.php/en/tesis/989-diseno-de-una-guia-de-tutoria-para-abatir-el-indice-de-reprobacion-en-los-alumnos-del-nivel-medio-superior-del-instituto-hispano>.
3. Consumer, E. (17 de Marzo de 2013). Pruebas y test para detectar con tiempo el fracaso escolar: <http://www.20minutos.es/noticia/1759597/0/pruebas-test-detectar/fracaso/escolar/>
4. Commons, C. (22 de 10 de 2012). Lime Survey Manual. Consultado el 2 de Septiembre de 2014, de https://manual.limesurvey.org/LimeSurvey_Manual/es
5. Luke Welling, L. T. (2006). Desarrollo Web con PHP y MySQL. Madrid: Anaya. Martín, J. R. (Sábado de Octubre de 2013). EMEZETA.COM. (Julio de 2015) aplicaciones para montar servidores web en local: <http://www.emezeta.com/articulos/15-aplicaciones-para-montar-servidores-web-en-local>.
6. Lenguaje Unificado de Modelado. https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_unificado_de_modelado Zamiti. EL LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML). <http://profesores.fi-b.unam.mx/carlos/aydoo/toc.html>



La Medicina Veterinaria a través de la Realidad Aumentada

Marisol Hernández Hernández
Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México
{mhernandezh14,marva.mora}@gmail.com
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 14 de mayo de 2016, Aceptado 14 de junio de 2016,
Versión final 14 de julio de 2016*

Resumen Este trabajo de investigación muestra un proyecto de Realidad Aumentada (RA) aplicada a la medicina veterinaria; un sistema, a través de nuevas tecnologías, que sirve como plataforma novedosa de aprendizaje que ayuda a enseñar conceptos abstractos, los cuales requieren, a su vez, de objetos visuales y manipulables difíciles de obtener, debido al espacio que ocupan en medios magnéticos o bien por lo difícil que resulta conseguir sus modelos físicos. El sistema propuesto fortalece el proceso de identificación anatómica en medicina veterinaria, específicamente en la actividad fisiológica del ordeño. Además, el sistema permite la interacción con el estudiante, a través de la cual se identifican determinadas partes corporales del rumiante y, en consecuencia, facilita su aprendizaje con un funcionamiento iterativo. Finalmente, el sistema está focalizado para que el estudiante utilice su sentido de la vista, del oído y kinestésico, los cuales, de manera conjunta, permitirán una mejor asimilación del conocimiento.

Abstract This research shows an Augmented Reality Project (AR) applied to veterinary medicine; a system, through new technologies, serves as a novel learning platform that helps teaching abstract concepts, which require visual objects and difficult manipulation. This is because the space that occupy on magnetic media or due to the difficult to get physical models. The proposed system reinforces the anatomical identification process in veterinary medicine, specifically, in the physiological activity of milking. Furthermore, the system allows interaction with the student, through certain parts of the ruminant's

body, and therefore this project allows an iterative learning. Finally, it is important note that the system is targeted for the student to use their sense of sight, hearing and kinesthetic, which, together, will allow better assimilation of knowledge.

Palabras Clave: Veterinaria, Realidad aumentada, Interacción, Educación.

Keywords: Veterinary, Augmented Reality , Interaction, Education.

1. Introducción

Los avances tecnológicos han impactado en todas las áreas de la vida cotidiana, y en el plano educativo han propiciado nuevas estrategias que sirven como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, enriqueciendo cada vez más la manera de enseñar y aprender los contenidos educativos más actuales.

Estos cambios están sucediendo mundialmente. En el artículo [1] indica que en las universidades europeas se está incorporando tecnología digital como soporte para facilitar los procesos educativos.

En este contexto, elementos tecnológicos como son la computadora, los dispositivos móviles, el internet, las aplicaciones para la nube cibernética, los proyectores, las diapositivas y otros recursos de hardware-software han sido el punto de partida para la creación de nuevos sistemas de aprendizaje.

En los últimos años, la preocupación por el estudio del diseño del aprendizaje se ha incrementado notablemente [2]. Bajo este enfoque, la Realidad Aumentada (RA) juega un papel trascendental, ya que es la combinación de la realidad física con recursos virtuales que se muestran en forma de contenido multimedia. Kipper y Rampolla en su artículo [3] la definen como tomas digitales o información generada por computadora y el informe Horizon 2012 NMC la identificó como una tecnología de alta relevancia para la enseñanza, el aprendizaje y la investigación creativa [4].

Entre las estrategias que han demostrado un gran apoyo a los nuevos sistemas educativos, generados a través de la RA, sobresalen los sistemas tutoriales inteligentes, los cuales hacen uso de esta tecnología para mejorar el rendimiento y motivación de los trabajadores cuando ensamblan algún aparato, apoyándose en un manual que contenga RA. Los sistemas tutoriales inteligentes son una herramienta de apoyo en los procesos de aprendizaje y esto es ayudado por las TIC [5]. En este sentido, la Intelligent Augmented Reality Training for Motherboard Assembly, ha

demostrado una evidente aportación con relación a la capacitación para las tareas de ensamblaje manual [6]. A través de esta perspectiva se ha mostrado una experiencia de aprendizaje más eficaz y con mayor rapidez, donde los usuarios novatos aprenden a montar una placa base del ordenador.

Es claro que la RA puede ser de gran apoyo para el aprendizaje, como el sistema *Augmented Reality in Informal Learning Environments: A field experiment in a mathematics exhibition* [7]. A través de este entorno educativo, los alumnos logran asociar y comprender figuras matemáticas con entidades que existen en el mundo físico.

El Sistema *An Interactive Augmented Reality System for Learning Anatomy Structure*, que se expone en [8], el cual muestra las partes de la estructura anatómica del cuerpo humano, y ayuda a los estudiantes a identificar cada parte anatómica, mostrándoles a profundidad, partes internas de la estructura anatómica.

Interactive augmented reality using Scratch 2.0 to improve physical activities for children with developmental disabilities [9]. Este estudio utiliza un juego interactivo desarrollado en Scratch 2.0 para el movimiento del cuerpo, a fin de mejorar la fuerza del cuerpo de los niños con discapacidad.

Magic Book en [10], es un libro normal que contiene marcadores. Cuando el sistema detecta un marcador, se muestra una imagen tridimensional o se inicia una historia en video. En este espacio los usuarios pueden volar y mirarse como avatares en una historia. Cada usuario puede sumergirse dentro del mundo virtual del libro.

Los múltiples escenarios que ofrece la RA, son tan bien competentes, que bien se pueden adoptar en diversos campos del conocimiento. Existen aplicaciones que se dirigen al mercado de masas para la publicidad, el entretenimiento y la educación [11]. No obstante, la medicina veterinaria ha sido poco explorada en este contexto. El aprendizaje de la medicina veterinaria también requiere de medios óptimos que permitan a los alumnos “aprender haciendo”, lo cual se logra con sistemas interactivos, pues esta función hace que el conocimiento puede llegar al cerebro de manera sensitiva, visual, auditiva y kinestésica. Ello con la finalidad de adquirir las competencias académicas necesarias, suficientes y actuales para su adecuado desarrollo profesional como futuros Médicos Veterinarios Zootecnistas; así mismo, requieren de sistemas económicos, que no necesiten de accesorios caros y difíciles de conseguir.

2. Descripción de la Aplicación

El objetivo de esta investigación es aplicar la RA mediante un sistema gestor de conocimiento, el cual funcionará como una estrategia de aprendizaje para ser aplicado a la medicina veterinaria.

Siguiendo las bases de la ingeniería de software que se mencionan en [12], en donde para la construcción de un software se usan lineamientos de comunicación, análisis de los requerimientos, diseño, construcción del programa, pruebas y apoyo; el programa de trabajo que se estableció fue de la siguiente manera:

- a. Análisis de los Requerimientos del sistema con RA. En esta fase se indagó sobre el conocimiento que el alumno debería aprender con este material, es decir, el proceso de eyección láctea de una vaca.
- b. Formular el diseño abstracto y físico, codificar y crear el software. En esta etapa, se realizó la RA, seleccionándose una vaca para ser mostrada tridimensionalmente y se codificaron los eventos con ayuda de SDK, software libre de la desaparecida empresa Metaio que combiana javascript y xml.
- c. Preparar los archivos, identificar y crear datos de prueba, probar e integrar el software. Se encapsularon los elementos de la RA, obteniéndose el archivo que puede ejecutarse en un ambiente de windows o de Mac, con ayuda de un servidor web, de una webcam y de bocinas.

3. Conceptos Básicos

El sistema de fisiología del ordeño normal con RA pretende mostrar y obtener una aplicación (software) que ayude a los estudiantes de medicina veterinaria a identificar las partes que conforman dicho sistema fisiológico en un modelo virtual, mediante diversos sentidos sensoriales. en el artículo [13], definen a la RA como una tecnología a través de la cual la visualización del entorno real se ve aumentada por elementos u objetos generados por un ordenador. En este enfoque, el software tiene como objetivo, poner al alcance de los estudiantes una aplicación fácil de obtener y con el menor costo posible, ya que el sistema puede ejecutarse en una computadora de escritorio y cuyo principal requerimiento es que contenga una webcam para la detección de las imágenes que serán procesadas con la RA.

Esta tecnología hace posible que los estudiantes aprendan en una entidad tridimensional, que puede simular la constitución física de un modelo y

el funcionamiento de las partes que intervienen en el proceso fisiológico relacionado con la ordeña.

4. Interfaz de Usuario

La RA se despliega con objetos virtuales que pueden ser mostrados mediante la asociación que existe entre la imagen inicial bidimensional con una tridimensional, en donde la primera se enfoca a la cámara y toma forma de un modelo veterinario, que puede manipularse para visualizarla desde diferente posición y ángulo, dando la apariencia de un modelo físico real (ver figura 1).

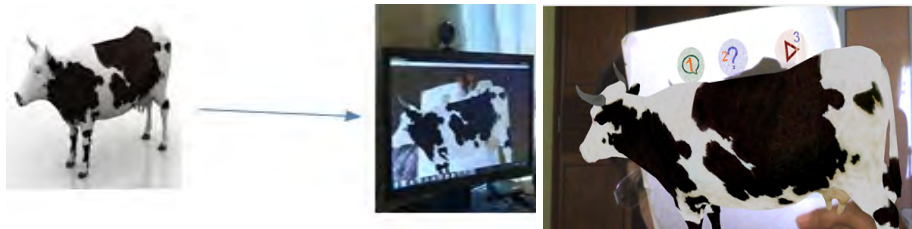


Figura 1. La imagen de la vaca bidimensional se coloca frente a la cámara

El sistema muestra 3 botones enumerados(1,2,3), que disparan un evento cuando el usuario pulsa clic sobre ellos, estas acciones se programaron utilizando JavaScript en una plataforma SDK. De esa manera, cuando el usuario da clic en el botón 1, se abre una página web, cuyo contenido es el funcionamiento de cada elemento que interviene en el proceso de ordeña, mostrando imágenes y texto que lo describen (ver figura 2). La página web muestra: el hipotálamo, el corazón, la médula ósea y la oxitocina. De estos se percibe su imagen y su funcionamiento en relación al proceso fisiológico de ordeña de la vaca. La página se realizó con ayuda de HTML y JavaScript y las imágenes de la página, así como de los botones se dibujaron en Corel Draw.

También se realiza una serie de preguntas para autoevaluación del alumno cuando se pulsa el botón 2, en donde se aprecia el conocimiento adquirido (ver figura 3). Esta encuesta contiene dos opciones en su respuesta que son cierto o falso y al finalizar la evaluación, el sistema muestra la puntuación obtenida. Las preguntas se implementaron con eventos de JavaScript realizados sobre la plataforma SDK.



Figura 2. Accesos al contenido digital de la RA

El botón 3 despliega en una animación el proceso de eyección láctea (ver figura 3). En esta simulación se ve y se escucha la manera en que se envían sensaciones externas hacia el funcionamiento interno de la vaca, se puede observar como esos impulsos recorren el cuerpo del modelo, pasando por la médula espinal hasta llegar al hipotálamo que hace que se desprenda leche de los alveolos y que con ayuda de las venas hace que se emita solución láctica a través de las ubres. Para la realización de esta animación se utilizó flash y se guardó con formato gif.

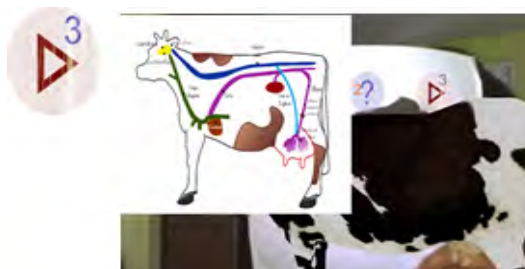


Figura 3. Animación del proceso fisiológico de la ordeña de una vaca.

5. Resultados y Pruebas

Para poder evaluar el sistema, se instaló en computadoras de una escuela en donde se imparten unidades de aprendizaje de medicina veterinaria, se proporcionó 2 hojas de texto a 28 estudiantes de quinto semestre para aprender sobre el ordeño de la vaca y después se les mostró el sistema objeto de esta investigación. Así mismo, se les aplicó una encuesta para tener parámetros de valoración sobre la RA con respecto

a 3 variables destacables, que son: aprendizaje, motivación y facilidad de uso; variables que son acordes al objetivo de esta investigación, cuyo texto indica que se requiere que los alumnos aprendan haciendo; así mismo, se evaluó el porcentaje de retención del conocimiento con respecto a las variables mencionadas, comparando las dos maneras en que los alumnos estudiaron este tema, es decir, con y sin RA, y los resultados se muestran en la Tabla 1. En dicho esquema, se sintetizan las respuestas a preguntas de opción múltiple que se les hicieron a los alumnos, con respecto a la puntuación de su autoevaluación en el sistema, a la manera de como se sintieron con el uso del sistema y lo fácil o difícil que les pareció el manejo del mismo.

Tabla 1. Resultados

Aprendizaje	Retuvo más del 50 %	Retuvo menos del 50 %
Con RA	89.3 2	10.7
Sin RA	35.8	64.2
Motivación	Muy buena	Poca o nada
Con RA	94.6	3.4
Sin RA	35.7	64.3
Facilidad de Uso	Muy fácil	Aceptable
Con RA	92.8	7.2
Sin RA	96.6	3.4

6. Conclusiones

A través del presente trabajo de investigación se puede deducir los siguiente:

- La RA es una herramienta útil y de fácil manejo, que funciona para construir ambientes de aprendizaje idóneos, que permiten que los alumnos se sientan motivados, animados y con ganas de seguir aprendiendo.
- A través de la RA se pueden generar sistemas que ayuden al aprendizaje de conocimientos abstractos.
- La medicina veterinaria maneja modelos cuya apariencia y forma ayudan y fortalecen el aprendizaje, que se pueden representar con entidades tridimensionales.
- La interacción con la RA y los materiales multimedia que se añaden a la realidad física permiten que los sentidos sensoriales del ser humano se estimulen, logrando con ello que el alumno aprenda de manera auditiva, visual y kinestésica.

- El costo monetario del material para el diseño y uso de la RA es relativamente bajo, ya que el sistema puede instalarse en cualquier computadora personal y las herramientas usadas son de acceso libre en su mayoría o de prueba gratuita.
- Por su parte, el costo de diseño es alto, por la programación y el diseño de la realidad virtual (diseño tridimensional, la simulación y la página web). Sin embargo, una ventaja del sistema propuesto es que podría reutilizarse, adaptando nuevos conocimientos y modelos tridimensionales libres en la web.

Finalmente, mencionar que los retos de la RA para ambientes educativos son bastos y trascendentales. No obstante, una contribución de esta naturaleza permite cimentar las bases para ampliar el actual horizonte del aprendizaje y crear un nuevo mosaico del conocimiento.

Referencias

1. C. Marcelo, C. Yot, C., C. Mayor, *Enseñar con tecnologías digitales en la Universidad*, University Teaching with Digital Technologies, Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación, Comunicar, 45, España; 2015, 117-124 pp. <http://dx.doi.org/10.3916/C45-2015-12>
2. D. Laurillard, *Teaching as a design science: Building pedagogical patterns for learning and technology*, New York, USA; 2013.
3. G. Kipper J. Rampolla, *Augmented Reality: an emerging technologies guide to AR*; El Sevier, USA; 2012
4. E. Durall, B. Gros, M. Maina, L. Johnson S. Adams, *Perspectivas tecnológicas: educación superior en Iberoamérica.*, Catalunya, España; 2012, 2012-2017 pp.
5. C. Lira, A. Rodríguez, G. Castillo, M. Luis, *Diseño de un sistema tutorial inteligente*, Apertura, num. Abril-Sin mes; 2016. pp. 36-47.
6. G. Westerfield, A. Mitrovic and M. Billinghamurst, *Intelligent augmented reality training form other board assembly*, Lecture Notes Artificial intelligence; 2014, 542-551 pp.
7. P. Sommerauer O. Müller, *Augmented Reality in Informal Learning Environments: A Field Experiment in a Mathematics Exhibition*, . Computers Education; 2014.
8. C. Chien-Huan, C. Chien-Hsu and J. Tay-Sheng, *An Interactive Augmented Reality System for . Learning Anatomy Structure*, Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists, Hong Kong; 2010.
9. C.Y Lin, YM Chang, 2014; *Interactive augmented reality using Scratch 2.0 to improve physical activities for children with developmental disabilities*, Acimed, 21(2), Taiwan; 2015, 161-183 pp.
10. Westerfield, G., Mitrovic, A. and Billinghamurst, M. *Intelligent augmented reality training form other board assembly. International conference in Artificial intelligence in Education*, 2015, vol. 25, no 1, p. 157-172.
11. I. Rabbi S. Ullah, ; *A survey on augmented reality challenges and tracking*, Acta Graphica znanstveni casopis za tiskarstvo i graficke komunikacije, 2013, vol. 24, no 1-2, p. 29-46.
12. K. Kendall, J. Kendall, E. Kenneth, E. Julie, J. Pungitore, P. Nino A. Gómez, *Análisis y diseño de sistemas*; México; 2011.
13. R. Azuma, *Location-Based Mixed and Augmented Reality Storytelling. En Woodrow Barfield. Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality*, Seattle WA 98195, USA; 2015. 259-276 pp.



Una aproximación de detección de características faciales utilizando puntos locales

Luis Enrique Colmenares Guillén^{1,2}, Francisco Javier Albores Velasco¹,
Graciela Gaona Bernabé² y Maya Carrillo Ruiz².

¹Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología,
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México

²Benémerita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación,
14 sur y av. San Claudio C.P. 72570 Puebla, Puebla, México
{lecolme,javier.albores,graziellats501,crlllrzmy}@gmail.com

*Recibido 14 de mayo de 2016, Aceptado 14 de junio de 2016,
Versión final 14 de julio de 2016*

Resumen La detección de características faciales, no representa una tarea fácil, debido a que el rostro varía en su apariencia en una imagen digital. Por esto, en este trabajo, se propone el uso del algoritmo de Harris para determinar, una aproximación para la detección de esquinas o bordes, correspondientes a las características faciales (ojos, nariz y boca). Se mide, la efectividad del porcentaje de aciertos y de los falsos-positivos. Además, se propone la inclusión del algoritmo Análisis de Discriminantes, con la finalidad de reducir el número de falsos-positivos. Finalmente, se clasifican los puntos detectados por el Algoritmo de Harris, que pueden determinar, una ubicación de una característica facial en el rostro, obteniendo como primera aproximación un 90 % de efectividad.

Abstract The facial features detection, does not represent an easy task, due to the face varies in his appearance in a digital image. Therefore, in this paper, the use of Harris algorithm is proposed to determine an approximation for corners or edges detection corresponding to the facial features (eyes, nose and mouth). It is measured, the effectiveness of the percentage of hits and false-positives. In addition, the inclusion of discriminant analysis algorithm, for the purpose of reduce the number of false-positives is proposed. Finally, the points

detected by Harris algorithm that can determine a location of a facial feature on the face are classified, getting as a first approach, 90 % of accuracy.

Palabras Clave: Detección de Rostros, Detección de Esquinas, Análisis de Discriminantes, Punto Facial, Características Faciales.

Keywords: Face Detection, Corner Detection, Discriminant Analysis, Facial Point, Facial Features.

1. Introducción

La detección de rostros representa un reto en la visión computacional, debido a la variabilidad del rostro. La automatización en la detección de rostros, ha llevado a diversos autores, al desarrollo de variadas técnicas de detección, abordando los siguientes enfoques: Enfoques basados en rasgos faciales o características locales, enfoques holísticos o basados en la imagen y enfoques híbridos (Guevara, Echeverry, y Urueña, 2008).

En algoritmos para detección de rostros, la identificación de rasgos faciales como ojos, nariz y boca, son importantes para determinar si una nueva imagen corresponde a un rostro o no (Hjelmas y Low, 2001; Shi, Yang, y Jiang, 2014). Este proceso de ubicación de rasgos faciales, que es imperceptible para los seres humanos y que se realizan con sencillez, ha sido aplicado en diversas tareas empleando puntos locales o landmarks para ubicar los contornos de los rasgos requeridos (Remón y García, 2010).

Detección de rostros en 2D y 3D, detección de objetos, reconstrucción de imágenes en 3D, alineación de imágenes y calibración de cámaras, son ejemplos de aplicaciones de algoritmos para ubicar puntos locales. Además de detectar rostros en dos dimensiones de forma frontal, se emplea el concepto de simetría facial, iniciando con la detección del eje de simetría del rostro. a partir de este eje se detectan puntos locales, como la punta de la nariz y la barbilla, mediante la distribución del brillo de la imagen. Al final, se divide el rostro en cuadrantes y se localiza el resto de los rasgos (Pantic y Rothkrantz, 2000; Muhammad, Muhammad, y Mohsin, 2014).

Los contornos que definen un rasgo facial pueden ser representados mediante una serie de puntos, los cuales pueden ser localizados con algoritmos para la detección de bordes o esquinas (corners).

2. Trabajos Relacionados

La detección de bordes en imágenes digitales se ha empleado para el reconocimiento de objetos, segmentación de regiones, entre otras. Ade-

más, permite reconocer las variaciones de intensidad, indicando el contorno de la imagen, como ejemplo, el algoritmo de Canny (Canny, 1986). Al basarse en cambios de intensidad, cualquier variación sobre la imagen dificulta la correcta detección de bordes, tales como cambios en rotación o intensidad (Sanhueza, 2008). En la figura 1, se muestran las variaciones en la detección de bordes al aplicar una rotación a la imagen original.

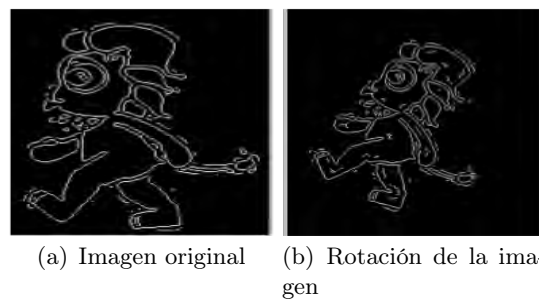


Figura 1. Detección de bordes. Algoritmo de Canny.

Debido a esto, se propone analizar la detección de esquinas en imágenes. El primer algoritmo detector de esquinas fue propuesto por Moravec (Moravec, 1977), y posteriormente mejorada por Harris (Harris y Stephens, 1988), siendo este uno de los algoritmos más utilizados en la detección de esquinas. A pesar de que varios autores han presentado mejoras al algoritmo de Harris, como SUSAN (Smallest Univalued Segment Assimilating Nucleus) (Chen, Zou, Zhang, y Dou, 2009), o donde aplican redes neuronales (Yepes, Bedoya, y Amaya, 2008), el algoritmo de Harris presenta destacados resultados en comparación a los posibles avances.

El algoritmo de Harris muestra una fuerte invariación a rotación, escala, iluminación, y ruido en la imagen (Derpanis, 2004). En dicho algoritmo se busca cambios de intensidad en ocho direcciones, y se obtiene tres tipos de regiones importantes: Flat o plano: No hay cambios de intensidad en ninguna dirección; Edge o borde: No hay cambios en su dirección, corner o esquina: hay cambios de intensidad en las ocho direcciones (Enebral, 2009), además se emplea el algoritmo de Harris para el cálculo de correspondencia entre dos imágenes. Otro ejemplo de aplicación es el trabajo (Montiel, Llodra, y García, 2009), donde se emplea el algoritmo para analizar y obtener características que poseen las imágenes estéreo. Dicho análisis sirve para reconstruir el entorno tridimensional donde se encuentra un robot, con la finalidad de detectar y poder evitar obstáculos. En el trabajo (Palacios y Pujadas, 2015), se utiliza el algoritmo de Harris para la evaluación automática de exámenes mediante el análisis de imágenes.

En el proyecto se analizan las respuestas del alumno colocadas en una tabla, y mediante un dispositivo móvil, tableta o cámara web, se puede verificar las respuestas correctas e incorrectas de un examen, lo cual, reduce el tiempo empleado en la revisión de un examen.

3. Desarrollo

En este trabajo se propone el uso del algoritmo de Harris para la detección de rasgos faciales (ojos, nariz y boca), delimitando dichos rasgos mediante puntos locales. Cada punto local corresponde a las coordenadas (x, y) de una esquina que delimita un rasgo facial. Sin embargo, al emplear el detector de esquinas, se obtienen esquinas de toda la imagen, así que para elegir las que corresponden a rasgos faciales, se utiliza el procedimiento de Análisis de Discriminantes para la obtención de un modelo que permita determinar si un punto local corresponde a un rasgo facial.

Como elementos de prueba se utilizaron de 300 a 400 imágenes de rostros frontales de la base de datos IMBD-Wiki (Rothe, Timofte, y Gool, 2016, s.f.). Esta base de datos se conforma con imágenes de rostros obtenidas de internet, en la actual propuesta sólo se utilizan imágenes de rostros frontales.

3.1. Localización de puntos locales

Para determinar la ubicación de puntos locales se aplica el Algoritmo de Harris. Se utilizó la función *detectHarrisFeatures*, ecuación (1) de Matlab que implementa el algoritmo de Harris, obteniendo como resultado un vector que corresponde a la ubicación de cada punto local o esquina.

$$\text{detectHarrisFeatures}(\text{imagen}, 'FilterSize', 5) \quad (1)$$

Como resultado al aplicar la función, se obtienen objetos de tipo *cornerPoints*, con las propiedades *Location*, *Metric* y *Count*. En la propiedad *Location* se guardan todas las coordenadas (x, y) de los puntos obtenidos. En promedio se obtienen 200 puntos locales para cada imagen, figura 2.

3.2. Análisis de Discriminantes

Se utiliza el algoritmo de Análisis de Discriminantes (“Discriminant Analysis”, 2015), proporcionado por Matlab. Los datos de entrenamiento, son los puntos detectados por el algoritmo de Harris y la clasificación manual de la clase a la que corresponden. La sintaxis para analizar los

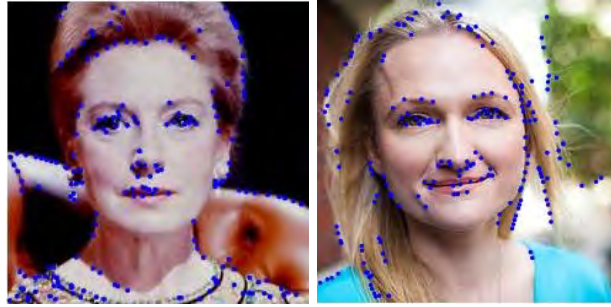


Figura 2. Ejemplos de Detección de esquinas con algoritmo de Harris. Fuente: Base de datos IMBD-Wiki

datos y obtener un modelo que permita clasificar una nueva imagen se muestra en la ecuación (2).

$$Md1 = \text{fitcdiscr}(\text{datos}, \text{clase}, 'DiscrimType', 'linear') \quad (2)$$

La variable $Md1$ tendrá el modelo resultante del conjunto de entrenamiento, en el cual se analizan todas las relaciones entre las variables dependientes y la clase a la que corresponden. Las variables dependientes son las coordenadas x, y de los puntos locales, la clase tendrá en valor de 1, si corresponde a un punto local y 0 en caso contrario. Para una nueva imagen se utiliza la función *predict*, ecuación (3), donde label tendrá el valor de la clase a la que corresponden los puntos de la nueva imagen (*values*) y *modelo* es el obtenido con la función anterior.

$$\text{label} = \text{predict}(\text{modelo}, \text{values}); \quad (3)$$

Los resultados se presentan en el siguiente apartado en términos de Precision y Recall, utilizados para medir la precisión y efectividad en máquinas de aprendizaje (Powers, 2007).

4. Resultados

En la figura 3 se muestran resultados de la clasificación de puntos locales obtenidos mediante el algoritmo de Harris. Se puede observar que se elimina un porcentaje del número de puntos que no corresponden a características faciales.

Del total de puntos locales detectados, en promedio se descartan 64 % que corresponden a puntos ajenos al rostro y que no determinan un rasgo facial. El 36 % restante de los puntos localizados, se ubican, en su mayoría, en el rostro y determinan la ubicación de rasgos faciales. En términos de

precisión y recall en escala de 0 a 1, se obtuvo 0.724 en precisión, 0.89 en recall, y una efectividad del 90 %, figura 4.

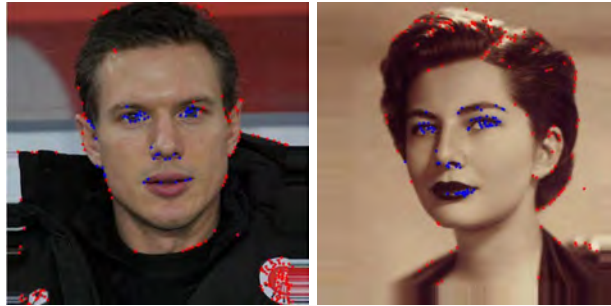


Figura 3. Ejemplos de clasificación de puntos locales. Los puntos azules son clasificados como correctos, es decir, ubican una característica facial, y los puntos rojos son clasificados como no-correctos. Fuente: Base de datos IMBD-Wiki

Los resultados anteriores se interpretan de la siguiente forma: la efectividad nos demuestra que la clasificación realizada por el Análisis de Discriminantes descarta los puntos localizados que no corresponden al rostro, como zonas ajenas al rostro y puntos ubicados en el cabello, y clasifica como correctos los puntos ubicados en el rostro. Sin embargo, no todos los puntos clasificados como correctos corresponden a rasgos faciales, ya que en algunos casos se presentaron como verdaderos puntos localizados en arrugas faciales, pómulos y bigote.

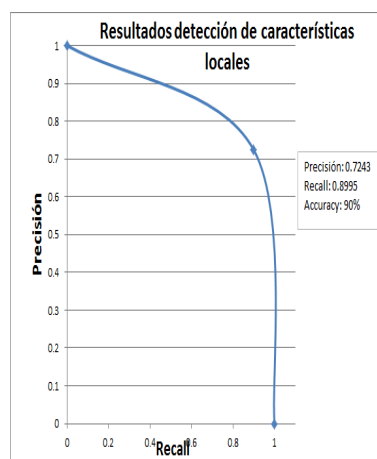


Figura 4. Resultados de la clasificación de puntos locales.

5. Conclusiones

A diferencia de otras investigaciones donde se aplica el algoritmo de Harris para detección de bordes y se detectan entre 14 y 17 puntos. En este trabajo, la aportación fue proponer el uso del algoritmo de Harris con 200 puntos locales en promedio en cada imagen, y así poder determinar el contorno de cada rasgo facial obteniendo más características de los rasgos faciales que posteriormente se pueden utilizar para otras aplicaciones, como por ejemplo análisis de expresiones faciales, en la cual se consideran varios puntos locales y las distancias o ángulos. Se logró un 90 % de efectividad al clasificar, si los puntos locales corresponden o no a los rasgos faciales. Con una precisión de 0,724 y recall de 0,89, se demuestra que el algoritmo de Harris puede ser empleado como un método para la detección de puntos locales, brindando así una opción diferente a los varios algoritmos para la localización de puntos locales o landmarks. Como trabajo a futuro, se pretende mejorar la precisión de detección de puntos característicos del rostro y la reducción de falsos positivos en los puntos locales ubicados en los rostros.

Referencias

- Canny, A. (1986). Computational approach to edge detection. *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8(6), 679–698.
- Chen, J., Zou, L. H., Zhang, J., y Dou, L. H. (2009). The comparison and application of corner detection algorithms. *Journal of Multimedia*, 4(6), 435–441.
- Derpanis, K. G. (2004). The harris corner detector.
- Discriminant analysis [Manual de software informático]. (2015). www.mathworks.com.
- Enebral, J. G. (2009). Detección y asociación automática de puntos característicos para diferentes aplicaciones. *Proyecto de Fin de Carrera Universidad Politécnica de Catalua*.
- Guevara, M., Echeverry, J., y Urueña, W. A. (2008, junio). Detección de rostros en imágenes digitales usando clasificadores en cascada. *Scientia et Technica*, XVI(38), 1–5.
- Harris, C., y Stephens, M. (1988). A combined corner and edge detector. En *Proceedings of the fourth alvey vision conference* (pp. 147–151).
- Hjelmas, E., y Low, B. K. (2001). Face detection: A survey. , 83(3), 236–274.
- Montiel, C. G., Llodra, P. H., y García, D. M. (2009). *Visión estereoscópica v3d*. (Universidad Complutense Madrid)

- Moravec, P. H. (1977). Towards automatic visual obstacle avoidance. *In International Conference on Artificial Intelligence (5th: 1977: Massachusetts Institute of Technology)*.
- Muhammad, I., Muhammad, A., y Mohsin, A. (2014). Face recognition using average half face template. *International Journal of Technology*, 2, 159–168.
- Palacios, I. P., y Pujadas, F. S. (2015). Corrector automático de plantillas test con teléfono móvil, tableta o cámara web. *Universitat Autònoma de Barcelona. Escola d'Enginyeria*.
- Pantic, M., y Rothkrantz, L. J. M. (2000). Expert system for automatic analysis of facial expressions. *Image and Vision Computing*, 881–905.
- Powers, D. M. W. (2007, december). *Evaluation: From precision, recall and f-factor to roc, informedness, markedness and correlation* (Technical Report SIE-07-001). School of Informatics and Engineering Flinders University.
- Remón, M. R., y García, R. R. (2010, junio). Estado de arte sobre los métodos de detección de características locales. *Centro de Aplicaciones de Tecnologías de Avanzada*(2142).
- Rothe, R., Timofte, R., y Gool, L. V. (s.f.). Dex: Deep expectation of apparent age from a single image.
- Rothe, R., Timofte, R., y Gool, L. V. (2016). Deep expectation of real and apparent age from a single image without facial landmarks. *International Journal of Computer Vision (IJCV)*.
- Sanhueza, O. R. (2008). Análisis y detección de características faciales usando aprendizaje estadístico. *Tesis de Licenciatura Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas*.
- Shi, C., Yang, D., y Jiang, G. (2014). Research of adaboost face detection and opencv implementation. *Applied Mechanics and Material*, 651–653, 482–485.
- Yepes, H. D. J. M., Bedoya, J. W. B., y Amaya, C. L. (2008). Sistema de detección de esquinas en imágenes digitales en tonos de gris, basado en redes neuronales artificiales. *Avances en Sistemas e Informática*, 5(3).



IZTATL

COMPUTACIÓN