



Herramienta de evaluación de procedimientos en la creación de prótesis oculares

A tool for the assessment of procedures in the design of ocular prostheses

Marely del Rosario Cruz Felipe,¹
Adrian Santiesteban Fonseca,²
Luis Gabriel Viciedo,³ Carlos Luis
Pinargote Navarrete,⁴ Mayra
Alejandra Oñate Andino⁵

¹ Ingeniera en Equipos y Componentes Electrónicos. Doctora en Ciencias Técnicas. Profesora Titular. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.
macruz@utm.edu.ec

² Ingeniero en Ciencias Informáticas. Universidad de Ciencias Informáticas. La Habana. Cuba.
adriansantiesteban@uci.edu.cu

³ Licenciado en Física. Máster en Educación. Profesor Auxiliar. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana. Cuba.
viciedo@uci.edu.cu

⁴ Ingeniero en Sistemas Informáticos. Magister en Tecnología de la Información y la comunicación. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. clpinargote@utm.edu.ec

⁵ Ingeniera en Sistemas Informáticos. Magister en Interconectividad de Redes. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
Mayra.onate@esPOCH.edu.ec

Recibido: 11 de abril de 2017

Aprobado: 22 de julio de 2017

RESUMEN

Introducción: la creación de prótesis oculares es un proceso que requiere gran precisión y destreza es por ellos que el personal dedicado a estos fines necesita entrenar los procedimientos a seguir, lo cual puede ser realizado a través de una herramienta de software.

Objetivo: diseñar una herramienta de evaluación de procedimientos en la creación de prótesis oculares.

Método: se realizó una investigación aplicada, se utilizaron como principales métodos histórico-lógico, inducción

deducción, la revisión bibliográfica y el empleo de un método basado en reglas para evaluar el procedimiento desarrollado en la elaboración de las prótesis oculares.

Resultados: se obtiene una herramienta para la evaluación de los procedimientos desarrollados en la elaboración de prótesis oculares.

Conclusiones: la herramienta informática se desarrolla teniendo en cuenta todos los procedimientos necesarios en la elaboración de las prótesis oculares, la misma constituirá una valiosa ayuda en el entrenamiento de dichos procedimientos y ayudará a minimizar los costos considerablemente de los productos necesarios en el entrenamiento del personal especializado para la elaboración de prótesis oculares.

DeCS: PROGRAMAS INFORMÁTICOS; DISEÑO DE PRÓTESIS; APRENDIZAJE AUTOMÁTICO.

ABSTRACT

Introduction: the design of eye prostheses is a process that requires great precision and skills therefore the personnel dedicated to these purposes needs to be trained regarding the procedures to follow, which can be done through a software tool.

Objective: to propose a tool for the assessment of procedures in the design of ocular prostheses.

Method: an applied research was carried out; historical-logical methods, induction-deduction and bibliographic review were the main methods used along with the application of a rule-based method to evaluate the procedure developed in the design of the prostheses.

Results: a tool is obtained for the assessment of the procedures developed in the design of ocular prostheses.

Conclusions: the computer tool is developed taking into account all the necessary procedures in the elaboration of eye prostheses, it will be a valuable support to train the staff concerning these procedures, it will also make possible to minimize the costs of the necessary products and the training of specialized personnel for the development of eye prostheses.

DeCS: SOFTWARE; PROSTHESIS DESIGN; MACHINE LEARNING.

INTRODUCCIÓN

El proceso de fabricación de prótesis oculares ha variado a través de los años. Al inicio se crearon con finalidad artística, en la actualidad la construcción de prótesis con disímiles materiales ha estado encaminada a mejorar el desempeño de las personas que han sufrido alguna discapacidad física por accidentes o traumatismos. ¹En el caso particular de las prótesis oculares, son usadas de por vida por los pacientes que las requieren y constituye un servicio de salud de alta tecnología y calidad por los insumos y tecnologías asociados.

Las personas que han sufrido pérdidas de un ojo pueden mejorar su apariencia y su calidad de vida con el uso de una prótesis ocular correctamente adaptada, sin mencionar el confort que esta les brinda. Además, se trata de imitar el realismo del iris y la pigmentación del ojo natural, con máquinas que crean iris de disímiles colores buscando esta semejanza a la del ojo humano. ²

Muchos pacientes se comienzan a atender con solo unos días de vida, por lo que el trabajo debe ser sumamente profesional y no cometerse errores. El procedimiento completo es complejo por tanto las personas comprometidas con su creación deben tener un alto nivel de conocimientos. Por lo que la preparación de profesionales en esta área es sumamente importante, además del ahorro de recursos que representa.³

Las personas relacionadas con el trabajo de la creación de prótesis oculares, tratan de hacer usos de las técnicas más avanzadas que se emplean a nivel mundial y la utilización de los materiales con más altos estándares de vida disponibles para la fabricación de estas prótesis. Sin embargo, a pesar de que los beneficios de la tecnología son claros, existe un inconveniente importante, y es su elevado costo.

Pero es un hecho que el uso de las tecnologías de la información ha provocado cambios en las formas de actuar y pensar de las personas, así a su vez repercute en la modificación de los métodos de enseñar, de ahí la necesidad de un sistema que sustituya la práctica de los estudiantes con materiales extremadamente caros y reduzca al máximo el costo de la compra de estos materiales para así contribuir al ahorro de dinero.

Actualmente no existe un sistema que le permita a los estudiantes la práctica en la creación de prótesis oculares sin gastar gran cantidad de recursos. Se ha desarrollado un software denominado ProteSIM, donde se simulan los procedimientos básicos en la construcción de prótesis oculares, en el cual el estudiante puede seleccionar los objetos necesarios para cumplir una tarea definida previamente por el profesor. Esta aplicación permite evaluar el correcto proceder del estudiante para mejorar su aprendizaje, donde la interacción con los objetos simulados en los escenarios virtuales es por intermedio del teclado y el ratón, limitando de esta forma las habilidades manuales que pueden desarrollar en la creación de dichas prótesis.

Con el fin de lograr mayor interactividad entre un usuario y el software que contiene la computadora, en el mundo se emplean métodos de detección de movimientos y analizando los que se emplean para los movimientos con las manos se encuentra el empleo de guantes de realidad virtual, los cuales son muy costosos y donde la detección de los movimientos se realiza mediante sensores que garantizan captar los movimientos realizados por las personas con las manos.⁴

En otros contextos se han empleado la confección de guantes con identificadores de colores y aplicando técnicas de reconocimiento de patrones se simplifica la detección de los movimientos.⁵ Además es posible definir el proceder de cada estudiante mediante acciones que evalúen la secuencia de empleo de objetos (en este caso serían las herramientas para realizar las prótesis).

A partir de la necesidad de mejorar la interactividad entre el estudiante y el software que evalúe su comportamiento y después del análisis de cómo se tratan estos problemas en el mundo, así como las soluciones dadas hasta la actualidad, se plantea como objetivo en este trabajo crear una herramienta informática para la evaluación de los procedimientos en la confección de prótesis oculares.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó una investigación aplicada, a partir de los procedimientos necesarios para la elaboración de prótesis oculares.

Para lograr los resultados se utilizaron como principales métodos histórico-lógico, analítico-sintético, inducción-deducción, la revisión bibliográfica y el empleo de un método basado en reglas para evaluar el procedimiento desarrollado en la elaboración de las prótesis oculares.

El método de Observación: permitió constatar las insuficiencias, limitaciones, y potencialidades de los procesamientos en la elaboración de prótesis oculares, en relación con las exigencias actuales que demanda su desempeño.

El criterio de especialistas se tuvo en cuenta para la fundamentación y realización del diseño del software educativo.

Las tecnologías, herramientas y metodologías para el desarrollo de la aplicación fueron: XP como metodología de desarrollo de software, C++ como lenguaje de programación, OpenCV como biblioteca de desarrollo y QT Creator como entorno de desarrollo.

Para la captura de movimiento se escogió el método de captura basada en video ya que es el más económico comparado con otras soluciones como el uso de guantes de realidad virtual.^{6,7}

Se utiliza un sistema basado en reglas para verificar si el estudiante realiza correctamente los procedimientos asociados a la creación de una prótesis ocular.

RESULTADOS

Se crea un sistema que permite evaluar el proceder de cada estudiante en la elaboración de las prótesis mediante la secuencia de empleo de objetos (en este caso serían las herramientas para realizar las prótesis). Este sistema está basado en un método que se encuentra dividido en dos partes, la captura de movimiento en imágenes mediante reconocimiento de patrones en imágenes y la evaluación de los procedimientos mediante un sistema basado en reglas.

Para el reconocimiento de patrones se utiliza el reconocimiento de patrones basados en las características RGB de una imagen porque es el que más se ajusta al desarrollo de la solución propuesta ya que se reconoce a los objetos por un color que los identifique.^{8,9,10}

El sistema permite visualizar un video, ya sea a través de una cámara web o un fichero de video desde archivo, donde se muestra la realización de los procedimientos establecidos en la creación de una prótesis ocular. Una vez cargado el video se procesan las imágenes aplicándole el reconocimiento de patrones por colores para determinar donde se encuentra cada objeto, los que van a estar identificados por colores distintos como se muestra en la figura 1.

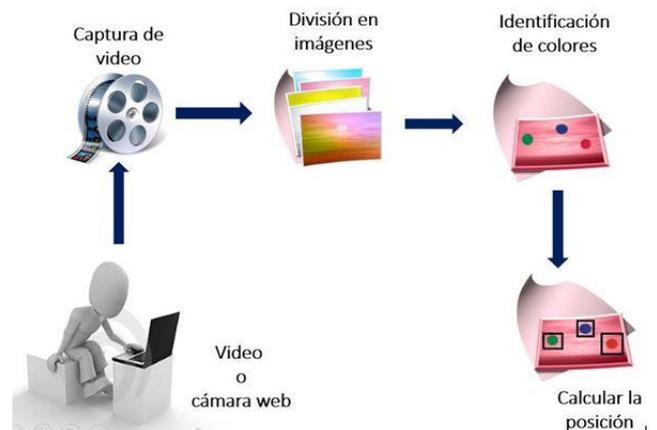


Figura 1. Captura de movimiento mediante reconocimiento de patrones en imágenes.

Luego se hará una captura de movimiento haciéndoles un seguimiento a estos patrones previamente reconocidos. Es importante aclarar que se debe trabajar en un ambiente controlado, donde el fondo sea de color blanco y debe haber buena iluminación en el local en donde se esté trabajando para que no exista interferencia y resulte más fácil el reconocimiento de los colores.

Posteriormente se aplica un sistema basado en reglas¹¹ para la evaluación de los procedimientos desarrollados en la creación de las prótesis oculares, el

mismo parte del análisis de capturas de los movimientos detectados donde se especifican las distancias entre los objetos que son utilizados por el usuario en el ambiente, lo que constituye la base de hechos, como se muestra en la figura 2.

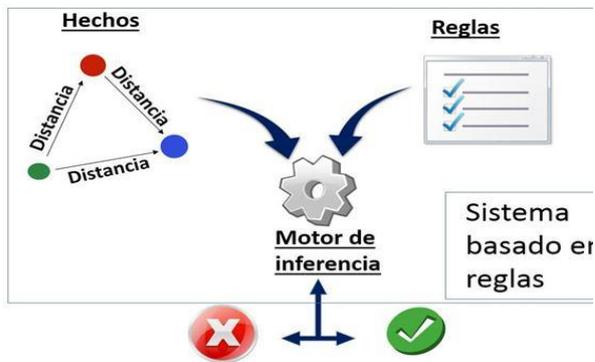


Figura 2. Evaluación de los procedimientos mediante un sistema basado en reglas.

También está compuesto por una base de reglas que la constituyen las condiciones establecidas por la aplicación para verificar cuales son los objetos que se encuentran interactuando en ese momento. Los hechos describen el problema y las reglas la forma de solucionarlo.

Por último, un motor de inferencia que es el encargado de analizar que una vez que se cumpla la condición, se verifique si en realidad es el procedimiento que se debe hacer, o sea, es él que verifica si los pasos se están realizando en el orden correcto y de esta forma se evalúan los procedimientos desarrollados en la creación de las prótesis oculares.

DISCUSIÓN

El sistema obtenido a partir del método desarrollado en el acápite anterior, presenta una interfaz como la que se

muestra en la figura 3. En la parte superior se muestran iconos para acceder a diferentes comandos que permiten mostrar en la parte central los procedimientos realizados por los estudiantes a partir de un video grabado previamente o que se esté ejecutando en tiempo real, entre otras acciones como salir del sistema. En la parte central de la ventana se encuentra representado la ejecución de las acciones captada por la cámara, y en la parte inferior se muestra la secuencia de pasos que se van desarrollando y la evaluación de los mismos, para esto se muestra un mensaje de error en el caso de que se realice un paso incorrectamente lo cual es detectado al comparar los procedimientos realizados con las reglas previamente definidas en el sistema.



Figura 3. Ejecución del tercer procedimiento.

Se puede observar como el sistema realiza el reconocimiento de patrones por colores delimitando cada objeto para poder obtener su posición lo que permite saber cuáles objetos están interactuando en ese momento. Además, se muestra la respuesta del sistema una vez que se identifica el procedimiento.

Las reglas definidas para evaluar los procedimientos que realizan los estudiantes y que describen los pasos

necesarios a realizar para un correcto procedimiento en la elaboración de las prótesis oculares son las siguientes:

1. Identificar el envaselinado de los párpados.
2. Identificar que se limpia la cavidad ocular.
3. Identificar que se aplican gotas de colirio en la cavidad ocular.
4. Identificar que se selecciona y se prueba la cubeta ocular.
5. Identificar que se abren los párpados de los ojos.
6. Identificar que se rellena la cavidad ocular con silicona.
7. Identificar que se echa silicona en la cubeta.
8. Identificar que se coloca la cubeta sobre la cavidad ocular.
9. Identificar que se retira la cubeta de la cavidad ocular.
10. Cargar video.
11. Cargar cámara.
12. Salir del sistema.
13. Guardar la lista de errores cometidos.

Se implementó una herramienta para la detección y evaluación de los procedimientos en la creación de prótesis oculares como vía para mejorar el aprendizaje de los estudiantes, escrita en un código legible y listo para proseguir con su implementación en los siguientes ciclos de desarrollo.

Fue probado el sistema, mediante la validación por pruebas de aceptación y unitarias arrojando resultados satisfactorios.

Se propone emplear el método desarrollado en otro contexto en el que se le pueda modificar el sistema de reglas y emplear la detección de movimiento según ha sido descrito en el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gómez PM. Prótesis Oculares: Una Mirada a las Prótesis Oculares. Investigaciones Andina [internet] 2010 [citado 2017 sep. 21]; 12(20):[aprox. 17 p]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2390/239016509007.pdf>
2. Garita Medrano E, González Cardín V, Galicia Arias A. Implant-supported orbit prosthetic rehabilitation in patient with malignant teratoid medulloepithelioma. Revista Odontológica Mexicana[Internet] 2014 [citado 2017 abr 10]; 18(1): [Aprox. 16p.] Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870199X14720543>
3. Medellín Castillo H I, Méndez Ruiz V. Diseño y fabricación de prótesis faciales utilizando técnicas modernas de la ingeniería. Revista de Aplicaciones de la Ingeniería. [Internet] 2016. [citado 2017 mar 07]; 13(6): [Aprox. 14 p.] Disponible en: [http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones de la Ingeniería/vol3num6/Revista Aplicaciones%20de%20Ingenieria V3 N6 2.pdf](http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones%20de%20la%20Ingenieria%20de%20Ingenieria%20V3%20N6%202.pdf)
4. Campos-Leal, J. A. Zaldivar-Colado, U. Zaldivar-Colado, X. P. Diseño de un guante de datos basado en sensores inerciales. Memorias del XVIII Congreso Mexicano de Robótica 2016, Universidad Autónoma de Sinaloa y Asociación Mexicana de Robótica e Industria AC. [Internet] 2016, [citado 2017 mar 11] Disponible en: http://www.comrob.org/2016/openconf/modules/request.php?module=oc_proceedings&action=view.php&id=54&file=1/54.pdf&a=Accept
5. Temoche P, Ramírez E, Rodríguez O. A Low-cost Data Glove for Virtual Reality, Proceedings of XI International Congress of Numerical Methods in Engineering and Applied Sciences (CIMENICS).[internet] 2012 [citado

2017 sep. 21]; p. TCG31-36. Disponible en:
<http://ccg.ciens.ucv.ve/~esmitt/publications/2012/cimenics12.pdf>

6. Zaninelli, M, A Monitoring System for Laying Hens That Uses a Detection Sensor Based on Infrared Technology and Image Pattern Recognition. Sensor. [Internet] 2017 Jun; 17(6): 1195, Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5492731/>

7. BORA, D. J. IMPORTANCE OF IMAGE ENHANCEMENT TECHNIQUES IN COLOR IMAGE SEGMENTATION: A COMPREHENSIVE AND COMPARATIVE STUDY Indian Journal Journal of Scientific Research 2017 15(1): 115-131. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/318901891_Importance_of_Image_Enhancement_Techniques_in_Color_Image_Segmentation_A_Comprehensive_and_Comparative_Study

8. Velázquez JA, Roberto A, López E, Gil A, Valdovinos R. Investigaciones Actuales Relacionadas Al Reconocimiento De Patrones. Revista Aristas: Investigación Básica y Aplicada. [Internet] 2015 4(7): [citado 2017 sep 21]; Disponible en:
<http://fcqi.tij.uabc.mx/usuarios/revista-aristas/numeros/N7/Articulo%2020.pdf>

9. Berns RS. Billmeyer and Saltzman's. Principles of Color Technology. 3rd ed. New York: Wiley; 2000. p. 243. Disponible en:
<http://www.amazon.com/Billmeyer-Saltzmanns-Principles-Color-Technology/dp/047119459X>

10. Mudjirahardjo P, Suyono H and Setyawan R A. Real time object localization based on histogram of s-RGB. Advances in Electrical and Electronic Engineering: From Theory to Applications. 2017. Disponible en:
<http://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5002055>

11. Párraga R. Sistema experto para calificar pruebas de desarrollo en estudiantes de la Universidad Continental. Apunt. Cienc. Soc. [Internet] 2014. 04 (02). P. 247. Disponible en:
<https://scholar.google.com/scholar?um=1&ie=UTF-8&lr&q=related:NAJrqYV4I874HM:scholar.google.com/>



Marely del Rosario Cruz Felipe:

Ingeniera en Equipos y Componentes Electrónicos. Doctora en Ciencias Técnicas. Profesora Titular. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ***Si usted desea contactar con el autor de la investigación hágalo [aquí](#)***