

Software para el Espectrofotómetro MiniScan XE Plus usado en el Diagnóstico de Patologías Dermatológicas en Pacientes

Gabriel Núñez^{*,§,¶}, Harold Vasquez^{*,§}, Patricia Guerrero^{*,§}, y Aarón Muñoz^{†,‡,§}

^{*}Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología, Departamento de Computación

[†]Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología, Departamento de Física

[‡]Centro de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo

[§]Universidad de Carabobo, Naganagua – Edo. Carabobo, Venezuela

[¶]Email: gabriel.nzn@gmail.com

Resumen—El espectrofotómetro de reflexión difusa, denominado MiniScan XE Plus, es un instrumento de medición utilizado por el Centro de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo (CIMBUC), que ayuda a los dermatólogos a establecer diagnósticos sobre patologías en la piel de pacientes de manera precisa y sin necesidad de realizar biopsias. No obstante, el software disponible para la utilización de tal instrumento es poco amigable, difícil de utilizar e imposible de modificar y extender. La presente investigación, aún en avance, tiene como objetivo desarrollar un nuevo software que se ajuste a las necesidades de los dermatólogos y que garantice un mejor aprovechamiento del instrumento en cuestión.

I. INTRODUCCIÓN

La Espectroscopía de Reflectancia Difusa (ERD) es una técnica óptica con la cual es posible estudiar las propiedades bioquímicas y las condiciones estructurales de un tejido biológico, analizando la interacción luz-tejido de una manera no invasiva [1]. Durante el diagnóstico no invasivo, no se crea ninguna ruptura en la piel y los pacientes no se someten al dolor ni a cicatrices durante el tratamiento [2].

En este sentido, el Centro de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo (CIMBUC) dispone de un espectrofotómetro de reflexión difusa denominado MiniScan XE Plus, creado por la empresa HunterLab [3]. El CIMBUC hace uso de este instrumento a través del software disponible para su utilización, designado HunterLab Universal Software (HLUS) [4].

El HLUS es un software comercial y propietario que solo puede ejecutarse en sistemas operativos Windows que ya son obsoletos; además fue discontinuado en el año 2008, por lo que no existe la posibilidad de modificarlo ni extenderlo. Su interfaz gráfica de usuario está en inglés y contiene más funciones de las necesarias para manejar el instrumento en estudio, lo que lo hace poco amigable y difícil de entender por los dermatólogos. Sumado al hecho de que los resultados generados por dicho software no poseen el formato con el que trabajan los dermatólogos, haciendo necesario su transcripción manual.

Debido a lo explicado previamente, los dermatólogos experimentan dificultades al momento de utilizar el HLUS, ralentizando las consultas con los pacientes, y generando la

necesidad de asistencia técnica especializada para su debida utilización. Por último, disminuye el potencial del instrumento en estudio.

Ahora bien, con respecto a software de calidad, así como los servicios que proveen, los productos de software tienen cierto número de atributos asociados que reflejan su calidad, los cuales se resumen en mantenibilidad, confiabilidad, eficiencia y usabilidad [5].

Debido a que el HLUS es propietario, su código fuente no está disponible, de manera que este software no puede ser cambiado ni adaptarse a necesidades específicas, y, por lo tanto, no posee el primer atributo esencial para un software de calidad: la mantenibilidad. Por la misma razón, no se puede determinar con certidumbre el segundo atributo: la confiabilidad (madurez del software y tolerancia a fallas); además de que no se puede evaluar completamente el nivel de protección y seguridad del mismo. Por último, la usabilidad de este software es baja, ya que la interfaz gráfica de usuario es poco amigable.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado previamente y siguiendo los lineamientos de diseño y de calidad del software que se consideran pertinentes, se está desarrollando un software amigable, modificable y extensible. Este va a ofrecer las funciones que necesitan los dermatólogos para establecer diagnósticos, empleará el formato de historia médica con el que trabajan, y permitirá la exportación de los resultados a un formato de archivo portátil. Por último, se está creando una base sobre la cual podrán trabajar proyectos futuros que utilicen los resultados de este nuevo software como insumo.

El presente artículo está organizado en cuatro secciones después de la introducción (sección I). En la sección II se explican diversos conceptos fundamentales para la investigación, que sustentan el desarrollo de las funciones que debe ofrecer el nuevo software. En la sección III se describe la metodología de investigación y la metodología de desarrollo del software que se está utilizando. En la sección IV se detallan los recursos y las tecnologías utilizadas para el desarrollo del nuevo software. Finalmente, en la sección V se exponen los resultados obtenidos hasta el momento y las conclusiones.

II. BASES TEÓRICAS

II-A. Antecedentes

1) *Coordenadas de cromaticidad CIE 1964*: son coordenadas que representan los valores triestímulo de un color, que siguen el estándar del sistema tricromático CIE 1964 [6]. El procedimiento utilizado para calcular estas coordenadas [7] está siendo implementado en el nuevo software.

2) *Espacio CIE 1976 ($L^*a^*b^*$)*: es un sistema para la transformación de coordenadas del color definido por la *Commission Internationale de l'Eclairage* [6], que emplea el uso de las coordenadas de cromaticidad CIE 1964. Las fórmulas definidas para el cálculo de las coordenadas resultantes de este espacio [7], están siendo implementadas en el nuevo software para determinar ciertas propiedades ópticas presentes en la piel de los pacientes.

3) *Coefficiente de absorción*: la melanina que se encuentra distribuida en la epidermis es el principal agente absorbente de la piel, y, por lo tanto, determina en gran parte el color de la misma [8]. La técnica empleada para recuperar el coeficiente de absorción en la epidermis de la piel humana [8] está siendo implementada en el nuevo software, para determinar el nivel de concentración de melanina en la piel de los pacientes.

4) *Índice de eritema*: el objetivo de este índice es evaluar solamente la luz absorbida por la hemoglobina [2], tomando en cuenta el coeficiente de absorción de la melanina [8]. El método aplicado para calcular este índice [2] está siendo implementado en el nuevo software, para determinar el nivel de inflamación en la piel de los pacientes.

II-B. Observación Directa

1) *Archivo de ejemplo MSXE + OCX*: es una hoja de cálculo habilitada para la ejecución de macroinstrucciones de Microsoft Excel, que fue proporcionada por el personal de soporte técnico de HunterLab [3] como un ejemplo para la utilización del MiniScan XE Plus, sin necesidad de emplear el HLUS. El código que contiene este archivo se está utilizando como referencia para establecer la comunicación entre el nuevo software y el instrumento en cuestión.

2) *HunterLab Universal Software (HLUS)*: es un software comercial y privativo de 16 bits diseñado para el sistema operativo Microsoft Windows version 3.x, con la posibilidad de ejecutarse en Windows 95, Windows 2000 y Windows XP. Fue creado para la utilización del MiniScan XE Plus, además de otros instrumentos de la empresa HunterLab [4], y discontinuado en el año 2008. Este software dispone de algunas de las funcionalidades que están siendo desarrolladas en el nuevo software, razón por la cual es una referencia importante de observación.

III. METODOLOGÍAS

III-A. Investigación-Acción

Es un método de investigación que a finales de la década de los 90 empezó a crecer en popularidad, para el uso en investigaciones académicas de sistemas de información. Este método produce resultados de investigación altamente relevantes, debido a que se fundamenta en la acción práctica, dirigida

a resolver un problema mientras se informa cuidadosamente sobre la teoría [9].

Las actividades de la investigación se están realizando según la representación más habitual de la Investigación-Acción [9]. Dicha representación se compone de cinco fases, que son descritas en la Tabla 1.

TABLA 1. Actividades del proyecto, según la Investigación-Acción

Fase	Actividades
Diagnóstico	Identificar los problemas y limitaciones que presenta el HLUS.
Planificación	Seleccionar la metodología de desarrollo, determinar los requisitos del software y realizar un plan de trabajo.
Acción	Desarrollar el nuevo software, tomando en cuenta los requisitos identificados previamente, los lineamientos de diseño y de calidad de software.
Evaluación	Realizar las pruebas de funcionalidad e interfaz gráfica de usuario del nuevo software.
Reflexión	Presentar los resultados y los análisis de las pruebas realizadas.

III-B. SCRUM

Es un marco de trabajo de procesos que ha sido usado para gestionar el desarrollo de productos complejos desde principios de los años 90. En este marco de trabajo, se pueden emplear varias técnicas y procesos. SCRUM muestra la eficacia relativa de las prácticas de gestión de productos y las prácticas de desarrollo [10].

Adicionalmente a la utilización de la metodología SCRUM, se están incluyendo algunos artefactos de la metodología RUP [11], para así generar suficiente documentación durante el diseño y el desarrollo del nuevo software. La configuración de la metodología SCRUM, en conjunto con los artefactos seleccionados de la metodología RUP, se ilustra en la Tabla 2.

TABLA 2. Configuración de los artefactos a utilizar de SCRUM y RUP

Artefactos SCRUM
Backlog de producto: Lista dinámica de las cosas que se deben hacer, sin especificar cómo se deben hacer.
Backlog de sprint: Recopilación resumida de los ítems del backlog del producto, en donde se dividen los ítems en tareas pequeñas que no demanden una labor superior a una jornada de trabajo.
Incremento de funcionalidad: El producto final de cada sprint. El mismo debe asemejarse a un software funcionando, permitiendo implementarse operativamente sin restricciones en un ambiente productivo.
Artefactos RUP
Documento de Visión: Documento que define el alcance en alto nivel y propósito del producto.
Glosario: Documento que define la terminología empleada en los artefactos.
Documento de requerimientos no funcionales: Documento que describe los requerimientos que tienen un impacto significativo en la arquitectura y en la satisfacción del usuario.
Diagrama de Casos de Uso: Diagrama que muestra los procesos del negocio que son proporcionados para los actores del negocio.

IV. RECURSOS Y TECNOLOGÍAS

IV-A. Recursos

1) *MiniScan XE Plus*: es un instrumento de medición del color, creado por la empresa HunterLab, de diseño compacto y portátil [12], el cual se puede apreciar en la Figura 1. Este instrumento mide la cantidad de luz que refleja una muestra dentro del espectro de luz que va desde 400 hasta 700 nanómetros, generando como resultado 31 puntos espectrales dentro de ese rango, que son el insumo principal del nuevo software.



FIGURA 1. MiniScan XE Plus

2) *Adaptador RS232-USB*: es un cable adaptador que habilita la comunicación de dispositivos que emplean puerto serial con computadoras con puertos USB, creando puertos COM virtuales con dichas computadoras mientras se realiza la comunicación [13]. Este cable es utilizado como adaptador para el cable de comunicación RS232 DB-9 hembra a RJ-45 del MiniScan XE Plus [4], habilitando su utilización en computadoras que no poseen puerto serial.

3) *MiniScan XE Plus OCX Kit*: es un archivo diseñado por la empresa HunterLab para controlar y/o realizar mediciones con el MiniScan XE Plus. Su objetivo es proveer a los desarrolladores con un componente reutilizable de software que da acceso a las características comúnmente utilizadas por el instrumento [12].

IV-B. Tecnologías

1) *Qt*: es un *framework* de desarrollo de aplicaciones multiplataforma para sistemas de escritorio, sistemas integrados y sistemas móviles [14]. Se está utilizando la versión Open Source de este *framework* para el desarrollo del nuevo software.

2) *Visual Studio*: es un entorno integrado de desarrollo (IDE) para crear aplicaciones en varias plataformas, como Windows, Android y iOS [15]. Se está utilizando la versión gratuita de este IDE para desarrollar una librería escrita en Visual Basic .NET, que actúa como intermediaria entre el OCX Kit y el *framework* Qt, para así utilizar las características del MiniScan XE Plus junto con el nuevo software.

3) *QCustomPlot*: es un *widget* de Qt para el trazado y visualización de datos [16]. Este *widget* está siendo empleado por el nuevo software para visualizar la curva de reflectancia difusa y la curva de absorbancia aparente asociadas a los 31 puntos espectrales.

V. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

V-A. Resultados

Para establecer la comunicación entre el MiniScan XE Plus y el nuevo software, se recurrió a la documentación del instrumento, en la cual se describe el MiniScan XE Plus OCX Kit [12], que es un archivo que implementa las funciones comúnmente utilizadas por dicho instrumento. Se contactó al personal de soporte técnico de HunterLab por correo electrónico, para solicitarle el código fuente de dicho archivo y la documentación relativa a su utilización que se pudiera proporcionar para la investigación.

Si bien el personal no compartió el código fuente del archivo, sí envió la documentación solicitada y un ejemplo de su uso escrito en Visual Basic for Applications (VBA). Primero se intentó cargar el archivo y utilizarlo directamente en Qt; sin embargo, ocurría un error de compatibilidad de datos al invocar algunas de sus funciones. La solución a este problema fue desarrollar una librería escrita en Visual Basic.NET, con la cual se pueden invocar todas las funciones de este archivo sin problema alguno.

Así pues, por medio del cable adaptador RS232-USB, y empleando la librería escrita en Visual Basic .NET, se logró establecer la comunicación entre el software que está siendo desarrollado en Qt y el MiniScan XE Plus, por medio del MiniScan XE Plus OCX Kit. Hasta el momento, el nuevo software en desarrollo es capaz de conectar el MiniScan XE Plus, desconectarlo, estandarizarlo (empleando una trampa de luz y una baldosa de cerámica blanca), realizar la medición de una muestra, y, por último, representar los 31 puntos espectrales obtenidos de la medición en una de curva de reflectancia difusa.

En la Figura 2 se puede apreciar la función de visualización de la curva de reflectancia difusa en el HLUS, en donde se puede apreciar que el diseño de la interfaz gráfica de usuario es obsoleto. Dicha interfaz está en inglés y la visualización de la curva no resalta los 31 puntos espectrales ni muestra con exactitud cada uno de los valores de longitud de onda, ni los porcentajes de reflectancia que representan.

Ahora bien, en la Figura 3 se puede observar la función de visualización de la curva de reflectancia difusa del nuevo software en desarrollo, a partir de los 31 puntos espectrales. En contraste con las observaciones realizadas al HLUS en la Figura 2, la interfaz gráfica de usuario del nuevo software posee un diseño actual, está en español, y por último resalta los 31 puntos espectrales, mostrando con exactitud los 31

valores de longitud de onda y los porcentajes de reflectancia que representan.

Por último, este nuevo software será modificable y extensible, razones por las cuales será un software libre y, por ende, permitirá agregar, modificar y quitar funciones. Lo mismo se aplicará para la librería que intermedia en la comunicación con el MiniScanXE Plus OCX Kit.

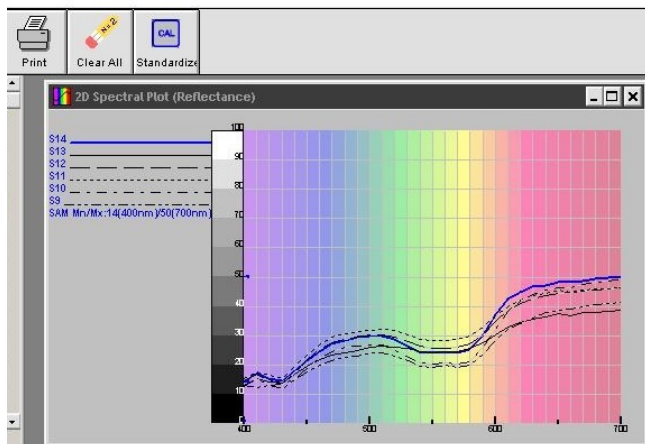


FIGURA 2. Curva de reflectancia del HunterLab Universal Software

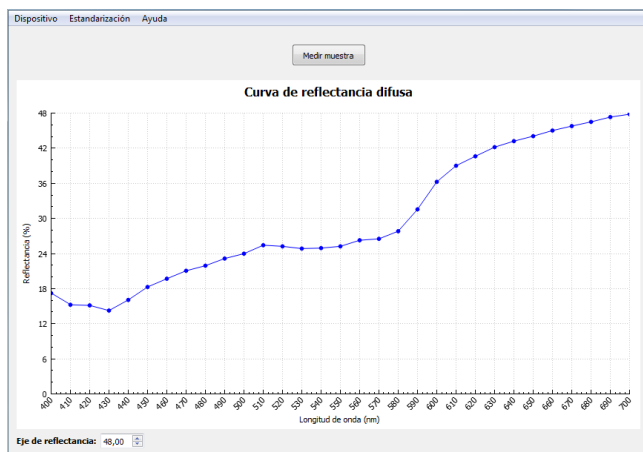


FIGURA 3. Curva de reflectancia del software en desarrollo

V-B. Conclusiones

Si bien el nuevo software está en una fase temprana de desarrollo, en comparación con el HLUS se puede apreciar que provee de información más detallada sobre la curva de reflectancia difusa, lo que sumado al resto de las funcionalidades será de gran utilidad para los estudios dermatológicos. Además, el empleo del *framework* Qt en el desarrollo del nuevo software permite su ejecución en sistemas operativos Windows actuales, lo que garantiza su uso en los equipos disponibles en el CIMBUC.

En definitiva, se concluye que el nuevo software cumplirá con el objetivo de ajustarse a las necesidades de los dermatólogos y demás investigadores, y garantizará un mejor aprovechamiento del MiniScan XE Plus.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación se está llevando a cabo gracias a la tutoría de los profesores Harold Vasquez y Patricia Guerrero, la orientación del profesor Freddy Narea, la colaboración del profesor Aarón Muñoz, a todo el equipo de investigadores que hace vida en el CIMBUC, y finalmente a la ayuda proporcionada por el personal de soporte técnico de HunterLab.

«El hombre encuentra a Dios detrás de cada puerta que la ciencia logra abrir» - Albert Einstein.

REFERENCIAS

- [1] A. D. Pérez, *Estudio de la Reflexión Óptica Difusa en Tejido Biológico*. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco, 2012.
- [2] K. S. Bersha, *Spectral Imaging And Analysis Of Human Skin*. University of Eastern England, 2010.
- [3] Hunter Associates Laboratory, *HunterLab, The World's true measure of color*. <http://www.hunterlab.com/about-us.html>.
- [4] *Universal Software Versions 4.10 and Above User's Manual*. Reston, Virginia: Hunter Associates Laboratory, 2001.
- [5] I. Sommerville, *Ingeniería del Software*, 7ma ed. Madrid, España: Pearson Education, 2005.
- [6] CIE, *Commission Internationale de l'Eclairage, International Commission on Illumination*. <http://www.cie.co.at/index.php>.
- [7] J. Schanda, *Colorimetry: understanding the CIE system*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.
- [8] F. Narea et al., *Recuperación del coeficiente de absorción de la epidermis en la piel humana*. Sociedad Española de Óptica, 2015.
- [9] R. L. Baskerville, *Investigating Information Systems with Action Research*, vol 2. Atlanta, GA: Association for Information Systems, 1999.
- [10] K. Schwaber y J. Sutherland, *The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. <http://www.scrumguides.org/>.
- [11] P. Kroll y P. Kruchten, *The Rational Unified Process Made Easy: A Practitioner's Guide to the RUP*. Addison-Wesley, 2003.
- [12] *MiniScan XE Plus User's Guide Version 2.4*. Reston, Virginia: Hunter Associates Laboratory, 2006.
- [13] Magneto Tech Research, *USB to Serial adapters Wiki*. <http://www.usb-serial-adapter.org/>.
- [14] The Qt Company, *Qt, a Cross-Platform Framework for Application Development*. https://wiki.qt.io/About_Qt.
- [15] Microsoft, *Visual Studio Community, a fully-featured, extensible IDE*. <https://www.visualstudio.com/products/visual-studio-community-vs>.
- [16] QCustomPlot, *a Qt C++ widget for plotting and data visualization*. <http://www.qcustomplot.com/index.php/introduction>.