

SIMAWEB: UNA APLICACION WEB PARA EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES EN UN AMBIENTE DISTRIBUIDO

Ana V. Leguizamo, Marta Rukoz, Yelitza Sulbarán, Rina Surós
Escuela de Computación. Universidad Central de Venezuela.
Apartado 47002. Los Chaguaramos 1041-A. Caracas, Venezuela
e-mail: vleguiza@strix.ciens.ucv.ve, mrukoz@kuaimare.ciens.ucv.ve

Resumen

En este trabajo se presenta el desarrollo de una Aplicación Web (SIMAWEB) que interactúa en tiempo real con un Sistema de Procesamiento de Imágenes en un Ambiente Distribuido (SIMA) para la aplicación de operaciones sobre imágenes. SIMAWEB permite el procesamiento de múltiples imágenes distribuidas sobre una red heterogénea a través de la Web, aprovechando al máximo los recursos disponibles sobre una red local de computadores. Para la evaluación de SIMAWEB se llevó a cabo un estudio de usabilidad mediante una técnica rápida y económica de evaluación basada en el usuario, que permitió identificar y solucionar algunos problemas, y determinar que la navegación es bastante sencilla para usuarios conocedores de sistemas de procesamiento de imágenes.

Palabras Claves: *Web, Aplicaciones Distribuidas, Internet, Java, HTML, Servlets.*

1.- Introducción

El desarrollo tecnológico influenciado por el auge de Internet permite actualmente a muchos sistemas adaptarse a esta nueva faceta, con el fin de ofrecer sus funcionalidades al mayor número de usuarios posible. En el caso específico del Sistema de Procesamiento de Imágenes en un Ambiente Distribuido (SIMA) [7], se hace necesaria, la creación de una Aplicación Web que controle la ejecución de transacciones suministradas al sistema, permitiendo así a los usuarios conectados a Internet conocer el sistema, en lugar de proveerle el software a usuarios que principalmente deseen conocer SIMA y realizar pruebas con él. En este trabajo se presenta la implementación de una Aplicación Web, SIMAWEB, que se comunica en tiempo real con el Sistema de Procesamiento de Imágenes en un Ambiente Distribuido (SIMA), de esta forma SIMAWEB permite, a través de Internet, el procesamiento de múltiples imágenes, que se encuentran distribuidas sobre una red heterogénea, en forma transparente para el usuario final, aprovechando al máximo los recursos disponibles sobre la red de computadores. SIMA y SIMAWEB fueron desarrollados en el Centro de Computación Paralela y Distribuida de la Universidad Central de Venezuela, auspiciado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT).

SIMA es un sistema en tres capas independientes que se comunican entre sí a través del envío de mensajes. Estas capas son: un Manejador de Transacciones, encargado del control de ejecución de las aplicaciones distribuidas sobre las imágenes, las cuales son consideradas como transacciones anidadas distribuidas, un Manejador de Operaciones encargado de la ejecución de las operaciones de tratamiento sobre las imágenes y un Manejador de Imágenes encargado del control de acceso

concurrente a las imágenes del sistema. En SIMA tanto las imágenes como las operaciones sobre las imágenes se encuentran distribuidas en una red de área local heterogénea, dependiendo de la capacidad, tanto de almacenamiento como de poder de cálculo de las máquinas, para más detalle sobre SIMA ver [7]. Con este trabajo se incluye un módulo adicional, SIMAWEB, que sustituye al Manejador de Transacciones para el caso en que el usuario lo desee utilizar SIMA a través de Internet. A diferencia del Manejador de Transacciones existente, no es necesario que SIMAWEB resida en la misma máquina donde se encuentran el Manejador de Imágenes y el Manejador de Operaciones.

El presente artículo está organizado de la manera siguiente: En la Sección 2, se presenta la descripción general de SIMA y los manejadores que lo forman. En la Sección 3 se describen las funcionalidades que ofrece SIMAWEB y su arquitectura. En la Sección 4 se explica el funcionamiento de SIMAWEB. En la Sección 5 se presentan los resultados del estudio de usabilidad aplicado a SIMAWEB. Finalmente se presentan las conclusiones del trabajo.

2. SIMA: Sistema de Procesamiento de Imágenes en un Ambiente Distribuido

SIMA es una herramienta que soporta el desarrollo de aplicaciones distribuidas para el tratamiento de imágenes biomédicas, en la cual es posible aprovechar, de manera integral, los recursos disponibles en una red de computadoras heterogénea para el procesamiento de imágenes. SIMA cuenta con un conjunto de operaciones y un conjunto de imágenes definidos, donde la aplicación de estas operaciones sobre las imágenes dan lugar a las aplicaciones distribuidas. Este conjunto de imágenes y operaciones puede ser incrementado de acuerdo a las necesidades de los usuarios de SIMA.

2.1 Funcionalidades de SIMA

SIMA ofrece múltiples facilidades para el desarrollo de aplicaciones distribuidas sobre el conjunto de imágenes, estas son [8]:

- Permite la definición de aplicaciones para el tratamiento de imágenes, de forma jerárquica a partir de la composición del conjunto de operaciones básicas predefinidas, a través de una interfaz gráfica. De esta manera el usuario no requiere de conocimientos previos de herramientas de programación ni de librerías de comunicación.
- Permite la ejecución serial o paralela de un conjunto de operaciones sobre las imágenes a través de dos tipos de operadores: el “||” que indica ejecución paralela y el “;” que indica ejecución secuencial de la subtransacción.
- Controla el acceso concurrente al conjunto de imágenes del sistema.
- Provee dos ambientes de programación:
 - Interactivo: dirigido a usuarios inexpertos en la construcción de aplicaciones, donde el usuario no conoce exactamente el efecto de una operación sobre las imágenes. Este ambiente permite una programación a base de pruebas de operaciones sobre imágenes.

- Estático: dirigido a usuarios expertos en la construcción de sus aplicaciones, donde el usuario define la forma de composición de las diferentes operaciones sobre las imágenes. Una aplicación así definida puede ser ejecutada sobre un conjunto de imágenes.

2.2 Arquitectura

SIMA está implementado en el lenguaje *Java*, sobre una red local que integra estaciones de trabajo Silicon Graphics, PC y Mac Power PC [7].

El sistema está estructurado en base a módulos idénticos replicados en cada computador, los cuales interactúan comunicándose a través de pase de mensajes para realizar en conjunto las funciones globales del sistema. Esta arquitectura es mostrada en la Figura 1.

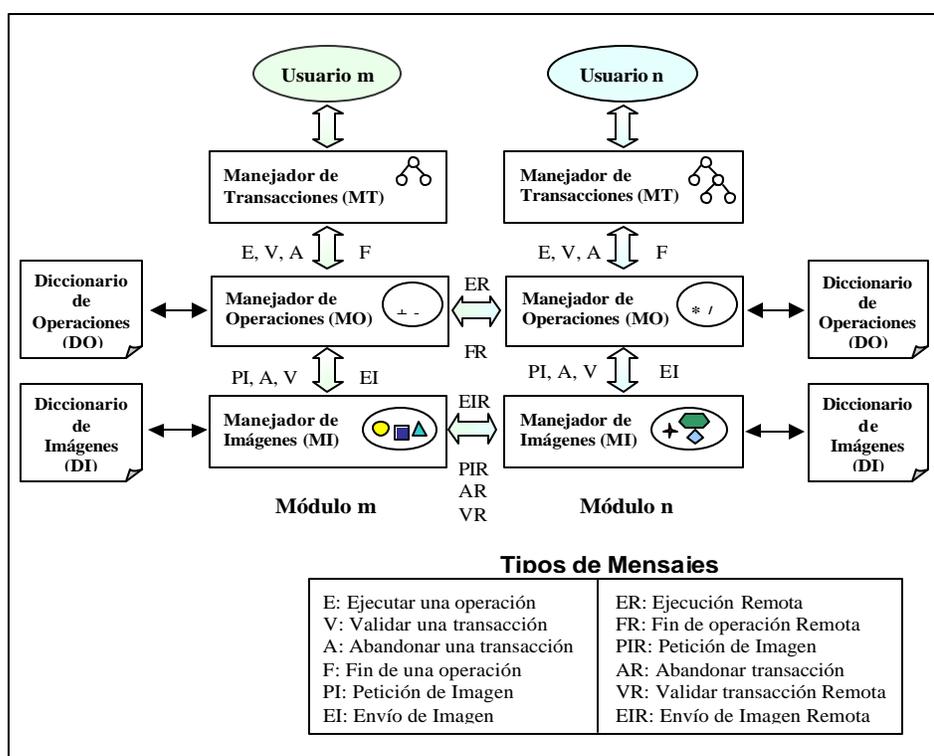


Fig. 1 Arquitectura de SIMA

Cada módulo localizado en un nodo, lleva a cabo las siguientes funciones [7]:

- Control de ejecución de las *transacciones anidadas* iniciadas en la máquina local.
- Ejecución de las *operaciones* básicas residentes en la máquina local.
- Control de accesos concurrentes a imágenes residentes en su máquina. Para esto, aplica localmente un algoritmo para control de concurrencia y cuando el acceso es procedente, transmite una copia de la imagen al módulo que la solicita.

Cada una de estas funciones es realizada por un manejador de objetos. El Manejador de Transacciones (MT) se encarga de la interfaz con el usuario y del control de ejecución de las

aplicaciones. El Manejador de Operaciones (MO) solicita las imágenes al Manejador de Imágenes (MI), ejecuta la operación sobre la imagen, y retorna el resultado al MT. El Manejador de Imágenes (MI) se encarga de la manipulación de las imágenes en cuanto a control de concurrencia, persistencia, integridad y recuperación a fallas [3].

SIMA soporta la construcción y el control de la ejecución de aplicaciones distribuidas sobre las imágenes, para ello, se apoya en el concepto de transacciones anidadas. Las aplicaciones son transacciones distribuidas que organizan sus tareas en una jerarquía en forma de árbol. Las hojas de los árboles de estas transacciones distribuidas son percibidas como operaciones básicas y los restantes nodos del árbol constituyen el control de ejecución de las operaciones básicas. Las aplicaciones así construidas responden al concepto de transacciones anidadas [5]. La ejecución de éstos árboles es realizada en un ambiente distribuido en forma transparente para el usuario de tal manera que este utiliza el sistema sin tener conocimiento de la ubicación física ni de las imágenes que desea procesar ni de las operaciones que desea aplicar a las imágenes. Las operaciones son ejecutadas garantizando la integridad al controlar los accesos concurrentes sobre las imágenes.

3. SIMAWEB

Es notable que muchos sistemas de procesamiento de imágenes, incluyendo SIMA, no provean acceso remoto, es decir, necesariamente el usuario debe trabajar en una máquina donde esté instalado el sistema. Hoy en día la comunicación vía Internet, permite a usuarios y desarrolladores conocer diferentes sistemas sin que la ubicación física sea un factor limitante.

En el caso específico de SIMA, se hace necesaria la creación de una Aplicación Web que controle la ejecución de transacciones suministradas al sistema, permitiendo así a los usuarios conectados a Internet conocer el sistema. Para usuarios inexpertos, resulta más sencillo, navegar en un sitio web que realizar todos los pasos relacionados con la instalación de SIMA. Por esta razón es más práctico dar a conocer las funcionalidades del sistema, vía Internet, que proveerle el software a usuarios que principalmente deseen conocer SIMA y realizar pruebas con él.

SIMAWEB es una aplicación Web que se comunica en tiempo real con el Sistema de Procesamiento de Imágenes en un Ambiente Distribuido (SIMA). SIMAWEB sustituye al Manejador de Transacciones para el caso en que el usuario desee utilizar SIMA a través de Internet. A diferencia del Manejador de Transacciones existente, no es necesario que SIMAWEB resida en la misma máquina donde se encuentran el Manejador de Imágenes y el Manejador de Operaciones, es decir, por la naturaleza web de la aplicación, es posible que SIMAWEB resida en un computador donde se encuentre el Servidor Web (Netscape Enterprise Server 4.0) y desde allí se comunique con los módulos de SIMA que se encuentran distribuidos en la red local para la solicitud de las imágenes seleccionadas por el usuario, que le serán mostradas en una interfaz web, y la solicitud de ejecución de las operaciones, sin que necesariamente todo este proceso ocurra en el mismo computador donde está instalado el Servidor Web, y por consiguiente, SIMAWEB. Esta característica refuerza la naturaleza distribuida de SIMA y de SIMAWEB, ya que permite distribuir, además de las operaciones y las imágenes, uno de los módulos de SIMA, en este caso, SIMAWEB.

3.1 Funcionalidades de SIMAWEB

SIMAWEB fue desarrollado utilizando la tecnología *Servlets*, que son programas *Java* ejecutados en el Servidor Web y que permiten a la vez generar código HTML (Lenguaje de Marcado de

Hipertexto), de acuerdo a ciertas condiciones del sistema, evitando que el procesamiento se realice

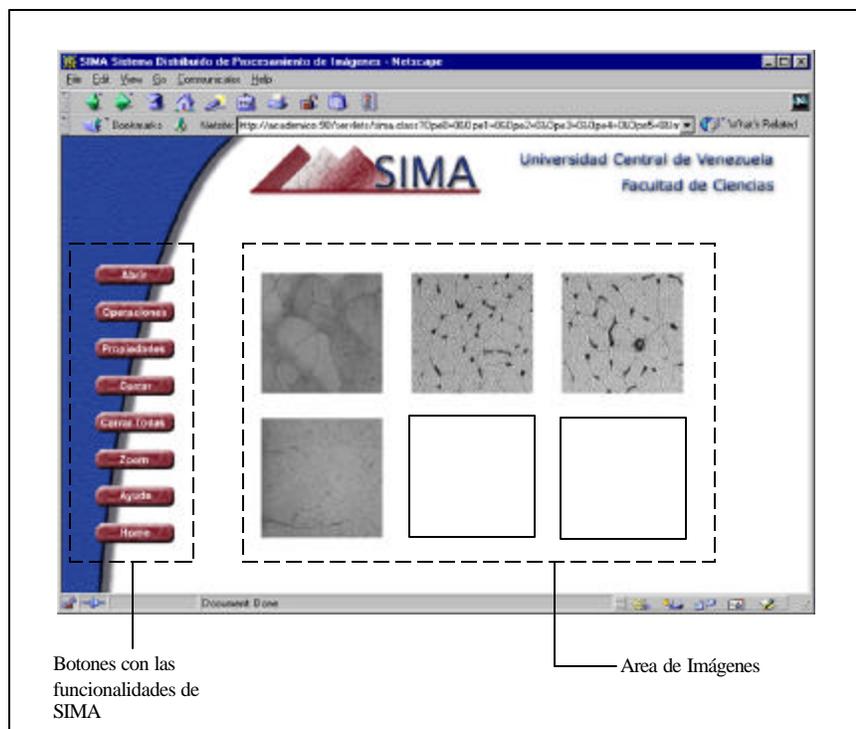


Fig. 2 Página HTML generada por el servlet Sima

en la máquina cliente[6]. De esta manera, se evita que el usuario deba tener instalada la aplicación (SIMA) en su computador, es decir, SIMAWEB solicita a los módulos de SIMA, ubicados en una red local, el procesamiento de las imágenes, y las imágenes resultantes de estos procesos son presentadas por SIMAWEB al usuario final a través de una Interfaz Web. En la Figura 2 se observa la página HTML que permite, a través de Internet realizar las siguientes funciones [2]:

1. Abrir hasta un máximo de 6 imágenes simultáneamente para su tratamiento, esto debido a la visibilidad en la página web y el procesamiento que implica tener un número mayor de imágenes abiertas. Estas deben estar en formato GIF o JPG, dado que son formatos comprimidos y los más utilizados en el Web.
2. Cerrar una o todas las imágenes que se encuentran en el *Area de Imágenes*.
3. Visualización de las imágenes disponibles en el sistema. Esta funcionalidad contempla:
 - Presentación previa de una imagen antes de abrirla.
 - Presentación de todas las imágenes abiertas por el usuario.
 - Presentación previa de una imagen al aplicarle una operación.
 - Zoom de las imágenes en diferentes tamaños.
4. Visualización de las operaciones disponibles en SIMA.
5. Aplicar una operación a una imagen, previamente seleccionada.
6. Permitir aceptar o no el resultado arrojado por una operación.
7. Consultar las propiedades de una imagen.
8. Obtener información del funcionamiento de SIMA.

9. Obtener ayuda sobre el funcionamiento de SIMAWEB.

Para llevar a cabo estas funcionalidades, SIMAWEB se comunica con los módulos de SIMA, como se verá en la sección 4.

4. Funcionamiento de SIMAWEB

Como se muestra en la Figura 3, SIMAWEB reside en un Servidor Web, donde se ejecutan los *servlets*. No es necesario que el Servidor Web y SIMA se encuentren en una misma máquina, a diferencia del Manejador de Transacciones de SIMA, como se observa en la Figura 1. Esto motivado a que los *servlets* que forman la Aplicación Web se comunican con SIMA, enviando mensajes a través de una red local donde se encuentran los módulos de SIMA. Esta comunicación es establecida cuando se realizan las siguientes solicitudes:

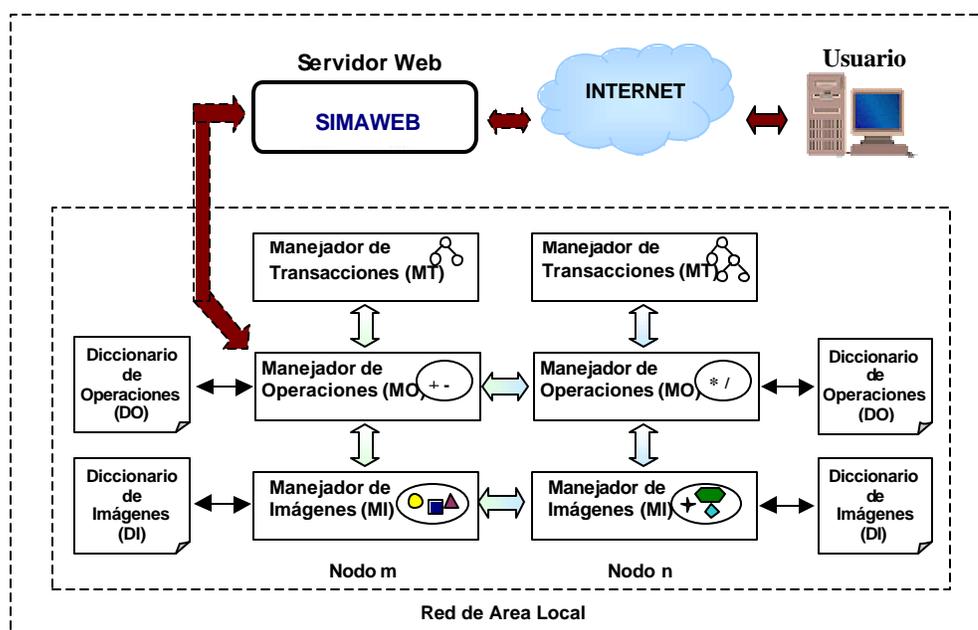


Fig. 3. Funcionamiento de SIMAWEB

- Lista de imágenes disponibles en SIMA.
- Lista de operaciones disponibles en SIMA.
- Propiedades de una imagen.
- Solicitud de imágenes a ser desplegadas por SIMAWEB
- Solicitud de imágenes para la ejecución de operaciones.
- Ejecución de una operación sobre una imagen.

Cada vez que el usuario selecciona una imagen, SIMAWEB solicita a SIMA el envío de la imagen y, posteriormente, la presenta al usuario a través de una interfaz Web que genera SIMAWEB al momento de recibirla.

Cuando se solicita la ejecución de una operación, SIMAWEB, solicita al usuario el nombre de la operación que desea aplicar. SIMAWEB también determina la imagen de salida que almacenará el resultado de la transformación que será presentada al usuario como resultado de la aplicación de la operación sobre la imagen seleccionada. SIMAWEB envía a SIMA la solicitud de ejecución de la operación, con el nombre de la imagen a tratar y el nombre de la imagen resultante y espera la respuesta de éste para mostrarla al usuario a través de su interfaz web.

Para brindar una explicación más detallada, expondremos cada uno de los pasos que realiza SIMAWEB para proveer las funcionalidades más importantes en el tratamiento de una imagen.

Para mostrar la lista de las imágenes disponibles en SIMA :

1. Se solicita a SIMA la lista de imágenes disponibles.
2. Despliega la lista con los nombres de los archivos en la página HTML generada por SIMAWEB.

Para desplegar una imagen:

1. Se solicita la Imagen a SIMA.
2. Actualiza la imagen en el *Area de Imágenes*.

Para ejecutar una operación:

1. Se solicitan a SIMA todas las operaciones que acepten parámetros del tipo de la imagen seleccionada (en formato GIF o JPG).
2. Despliega la lista con los nombres de las operaciones en la página HTML generada por SIMAWEB.
3. Solicita al Manejador de Operaciones de SIMA los parámetros restantes para la ejecución de la operación.
4. Valida los parámetros.
5. Solicita la ejecución de la operación al Manejador de Operaciones de SIMA.
6. Actualiza la *Vista Previa* de la imagen transformada.

Al finalizar la ejecución de una operación:

1. La imagen transformada es transmitida, desde SIMA a SIMAWEB, para ser mostrada desde la página HTML generada por SIMAWEB.
2. Muestra la *Vista Previa* de la imagen transformada en la página HTML.

Cuando se decide sobre un resultado:

Si la decisión es *Aplicar* (aceptar el resultado arrojado por la operación), se realiza lo siguiente:

1. Se actualiza el *Area de Imágenes* con la imagen tratada y la información correspondiente a la modificación que se realizó a la imagen.

Si la decisión es *No Aplicar* (no aceptar el resultado arrojado por la operación) se realiza lo siguiente:

1. Se solicita a SIMA que aborte la transacción del último proceso correspondiente a la imagen.
2. Se muestra la imagen original, sin la transformación.

5. Arquitectura de SIMAWEB

SIMAWEB está formado por módulos que generan las páginas HTML que son mostradas al usuario a través de su navegador y que se comunican, al igual que el Manejador de Transacciones, con el Manejadores de Operaciones de SIMA. Esta aplicación es la encargada de proporcionar la Interfaz Web que permita a un usuario conectado a Internet conocer las funcionalidades de SIMA mencionadas en la Sección 3.1. Además de esto, se encargan de solicitar las imágenes y las operaciones disponibles en SIMA, requerir la ejecución de una operación sobre una imagen, controlar su ejecución y esperar el resultado para mostrarlo en una página HTML.

Las funcionalidades de SIMAWEB son provistas por seis módulos, pero se apoya principalmente en tres que permiten el control de ejecución de las operaciones sobre las imágenes abiertas, y la generación del código HTML que se envía al navegador. Estos módulos son: AbrirImag, Proceso y Operaciones. En la Figura 4 se muestran los módulos que forman SIMAWEB y su interacción con SIMA.

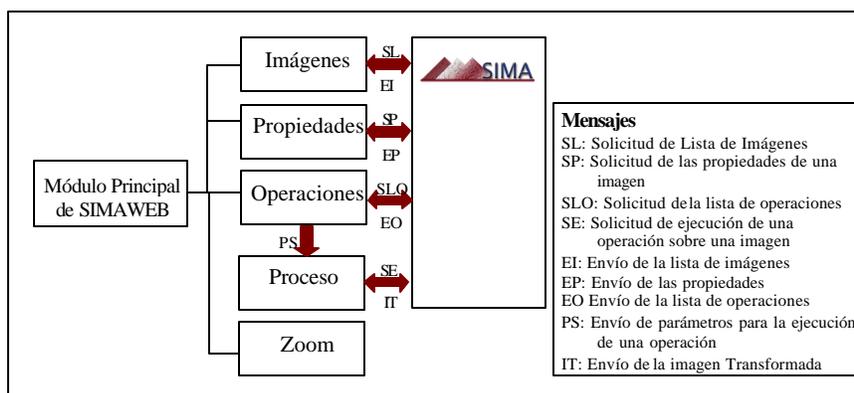


Fig. 4 Módulos de SIMAWEB y su comunicación con SIMA

A continuación se describe cada uno de los módulos de SIMAWEB:

Módulo Principal de SIMAWEB

Este módulo es el encargado de establecer la comunicación inicial con SIMA. Si SIMA está disponible, se genera una página HTML que permite la ejecución de las diferentes funcionalidades que provee la Aplicación Web: abrir una imagen, mostrar las propiedades de una imagen, aplicar una operación sobre una imagen, realizar zoom sobre una imagen, cerrar una imagen, cerrar todas las imágenes abiertas y la ayuda de relacionada a SIMAWEB. Este código HTML muestra la página que contiene los botones relacionados con cada funcionalidad y el *Area de Imágenes* que se observa en la Figura 2. Si SIMA presenta algún problema y no se puede establecer la comunicación, el módulo genera una página HTML indicando que SIMA no está disponible.

Módulo AbrirImag

Este módulo es invocado desde la página HTML generada por el módulo principal de SIMAWEB cuando el usuario selecciona la opción Abrir. Está encargado de solicitar la lista de imágenes disponibles en SIMA y de generar una página HTML que muestre la lista, así como la vista previa de la imagen que es actualizada a medida que se va seleccionando de la lista.

Módulo Propiedades

Este módulo es invocado desde la página HTML generada por el módulo principal de SIMAWEB cuando el usuario, después de haber seleccionado una imagen, elige la opción Propiedades. El código HTML generado muestra una página que presenta toda la información relevante acerca de la imagen: el nombre del archivo, el nombre de la imagen, la descripción y las operaciones aplicadas, si es el caso. Esta información es solicitada previamente a SIMA.

Módulo Operaciones

Este módulo es invocado desde la página HTML generada por el módulo principal de SIMAWEB cuando el usuario, después de haber seleccionado una imagen, elige la opción Operaciones. Este módulo solicita a SIMA la lista de las operaciones disponibles y que pueden ser aplicadas a la imagen seleccionada, de acuerdo al formato de esta. El código HTML generado muestra una página que contiene una lista con todas las operaciones que se pueden aplicar a la imagen. Una vez seleccionada, se invoca al módulo Proceso para la ejecución de la operación.

Módulo Proceso

Este módulo es invocado desde el módulo Operaciones una vez que se elige una operación y una imagen para ser procesada. Se encarga de enviar todos los parámetros y solicitar la ejecución de la operación seleccionada al Manejador de Operaciones de SIMA. El código HTML generado muestra una página con una vista previa de la imagen procesada luego de ejecutada la operación, y permite al usuario decidir si aplica o no dicha operación a la imagen que eligió desde el *Area de Imágenes*.

Módulo Zoom

Este módulo es invocado desde la página HTML generada por el módulo principal de SIMAWEB cuando el usuario, después de haber seleccionado una imagen, elige la opción Zoom. El código HTML generado muestra una página que contiene la imagen seleccionada y una lista de porcentajes correspondiente al zoom que se puede aplicar sobre dicha imagen. Al seleccionar el tamaño deseado, se presenta la imagen con sus nuevas dimensiones.

5. Limitaciones de SIMAWEB

SIMAWEB es una aplicación web que permite el procesamiento de imágenes utilizando para ello a SIMA. Sin embargo, cada vez que un usuario solicita a SIMAWEB una imagen, este debe solicitarla a SIMA y almacenarla, temporalmente, en el computador donde resida SIMAWEB, para poder mostrarla en la interfaz web. Esto implica que es necesario almacenar todas las imágenes y aplicaciones, producto de las operaciones realizadas a las imágenes, que se generen en cada sesión, tomando en cuenta que un sitio web en Internet puede ser visitado simultáneamente por muchos usuarios, y que para el caso de SIMAWEB, cada usuario que ingrese al sitio puede realizar operaciones sobre imágenes, lo que representaría un número de imágenes almacenadas en el Servidor que traería problemas de espacio y de funcionamiento. Por esta razón son necesarias algunas modificaciones en cuanto a las funcionalidades de SIMA que se proveen a través de SIMAWEB:

- SIMAWEB no genera el Arbol de Transacciones correspondiente a las acciones tomadas por el usuario. Por consiguiente no se permite guardar el Arbol de Transacciones asociado a las operaciones realizadas sobre las imágenes.
- No permite abrir ni editar aplicaciones existentes en SIMA.

- Sólo permite hacer tratamientos a las imágenes que se encuentran en SIMA, si el usuario desea utilizar SIMAWEB con imágenes propias, debe solicitar la inclusión de las mismas en SIMA al administrador del sistema.
- No permite aplicar secuencialmente diferentes operaciones sobre una misma imagen.

6. Evaluación de SIMAWEB

Previamente SIMA fue sometido a pruebas de rendimiento que fueron presentadas en [3]. Dado que SIMAWEB es una aplicación Web, la evaluación hecha está basada en la *Usabilidad* del Sitio Web. La usabilidad está relacionada a la calidad del software desde el punto de vista del usuario, tiene múltiples componentes y es tradicionalmente asociada con los siguientes atributos [5]:

- *Fácil de Aprender*: el sistema es fácil de aprender de tal forma que el usuario puede comenzar a realizar sus tareas en el menor tiempo posible.
- *Eficiente*: el sistema es eficiente en su uso, de manera que una vez que el usuario ha aprendido el sistema, debe alcanzar un alto nivel de productividad.
- *Fácil de Memorizar*: el sistema es fácil de recordar, así que el usuario casual está en capacidad de retornar al sistema después de algún período de tiempo de no haberlo usado, sin tener que aprender todas las tareas de nuevo.
- *Poseer baja Rata de Errores*: el sistema tiene una baja rata de error, de forma tal que el usuario comete pocos errores durante su uso. En el caso que ocurra algún error, el sistema debe permitir fácilmente su recuperación. No deberían ocurrir errores catastróficos.
- *Uso Satisfactorio*: el sistema es agradable de usar, de modo que los usuarios están satisfechos subjetivamente cuando lo usan.

Existen varias técnicas para realizar estudios de usabilidad que, básicamente, consisten en visualizar y evaluar el desenvolvimiento del usuario cuando está interactuando con el sistema. Para hacer un estudio de usabilidad de SIMAWEB, se utilizó el método PML (Medida Ligera de Desempeño) [1]. Esta técnica es una versión rápida y económica de evaluación basada en el usuario. Consiste en observar entre 3 y 5 usuarios, llevando a cabo un conjunto de tareas básicas del sistema. Los observadores anotan las reacciones y el tiempo empleado por el usuario. La técnica identifica los problemas más relevantes del sistema y puede usarse tanto con un prototipo, como con el sistema final. Los resultados obtenidos son mostrados en un informe que incluye una lista de problemas, la severidad asociada, y recomendaciones para solucionarlos.

5.1 Descripción del Estudio de Usabilidad de SIMAWEB

Como primer paso se ubicaron 4 usuarios con perfiles diferentes, dos de ellos usuarios expertos en el manejo de sistemas de procesamiento de imágenes, que se enfrentaban por primera vez al sistema, y los dos restantes, usuarios no conocedores de estos sistemas, pero que se desenvuelven en la navegación de sitios web.

A cada uno de estos usuarios se les presentó SIMAWEB para que exploraran todas las funcionalidades que ofrece, tomando en cuenta las dificultades que se les pudieran presentar. Se midieron dos tiempos, el primero, desde que el usuario comienza a interactuar con SIMAWEB hasta que solicite asistencia por primera vez, llamado Tiempo sin Asistencia, y el segundo, desde que se le da la primera asistencia al usuario hasta que termine de navegar por toda la aplicación,

con asistencia por parte de los desarrolladores, llamado Tiempo con Asistencia. Los resultados del estudio se presentan en la tabla siguiente:

	Tipo de usuario	Tiempo sin Asistencia	Tiempo con Asistencia
Usuario 1	Inexperto	18 min	9 min
Usuario 2	Inexperto	12 min	7 min
Usuario 3	Experto	6 min	0 min
Usuario 4	Experto	8 min	0 min

Se puede observar en la tabla anterior que los usuarios inexpertos requieren en promedio 15 minutos para conocer todas las funcionalidades del sistema, mientras que los usuarios conocedores de sistemas de tratamiento de imágenes requieren la mitad del tiempo para interactuar con SIMAWEB. Durante el estudio aplicado, los usuarios expertos no necesitaron asistencia por parte de los desarrolladores en la navegación de SIMAWEB, pero se empleó un tiempo adicional para darles detalles del funcionamiento de éste. Basándonos en los tiempos empleados por los usuarios en la exploración de SIMAWEB se puede concluir, que para usuarios conocedores de sistemas de tratamiento de imágenes, la navegación es bastante sencilla, y aquellos usuarios que no conocen estos sistemas, requieren tiempo adicional para familiarizarse con las funcionalidades que ofrece. Es importante destacar que el perfil de usuarios deseable para SIMAWEB, son aquellos que han interactuado con sistemas de procesamiento de imágenes, pero no conocen SIMA. Este estudio permitió, además, identificar algunos problemas de usabilidad detectados por los usuarios, como por ejemplo, la incertidumbre en la carga lenta de las páginas cuando hay procesamiento de imágenes, la selección de una imagen cuando va a ser procesada, y solucionarlos sin necesidad de realizar modificaciones, que alteraran significativamente la interfaz web.

6. Conclusiones

A través de la realización de este trabajo se logró desarrollar una Aplicación Web que le permite a un usuario conectado a Internet conocer algunas funcionalidades del Sistema de Procesamiento de Imágenes en un Ambiente Distribuido (SIMA). SIMAWEB se comunica con SIMA para solicitar imágenes y operaciones disponibles en el sistema y la ejecución de una operación sobre una imagen determinada, mostrando los resultados a través de una Interfaz Web. De esta forma se logra que usuarios expertos e inexpertos interactúen con SIMAWEB, determinando si SIMA puede facilitar sus investigaciones en el procesamiento de imágenes. La principal ventaja de SIMAWEB, es que permite utilizar un sistema distribuido en una red de área local para el procesamiento de imágenes.

En cuanto a los aspectos de implementación, se utilizó una tecnología novedosa, bajo uno de los lenguajes que más favorece el desarrollo orientado a Internet, como lo es *Java*. Específicamente, se utilizó el API *Servlets*, que permite, de acuerdo a la funcionalidad, la generación de HTML correspondiente y la comunicación con SIMA. El uso de *servlets* facilitó la construcción de la aplicación, en cuanto a:

- Generación dinámica de las páginas web según las respuestas emitidas en la comunicación con SIMA, específicamente para los casos en que se generan errores.
- Generación dinámica de las páginas web según las acciones tomadas por el usuario en la ejecución de operaciones sobre las imágenes.

- Generación de páginas web con funcionalidades *Javascript* adicionales, por ejemplo verificación de los parámetros, llamadas a otros *servlets* y actualización dinámica de una imagen a medida que se selecciona su nombre de una lista.
- Aprovechamiento de las ventajas ofrecidas por *Java*: robustez, independencia de la plataforma (sistema operativo, servidor web, navegador), seguridad y programación orientada a objetos.

SIMAWEB se basó en la interfaz del Manejador de Transacciones de SIMA que permite aplicar operaciones sobre imágenes de manera interactiva, y está dirigida a usuarios que conocen sistemas de procesamiento de imágenes, pero no conocen SIMA, siendo éste al perfil de usuarios más común para SIMAWEB. Con el estudio de usabilidad realizado se observa que para este tipo de usuarios, SIMAWEB es fácil de utilizar y les permite aprovechar las funcionales que ofrece.

Por otra parte, con el desarrollo de esta Aplicación Web se demuestra que la arquitectura de SIMA permite de una forma modular y a través del paso de mensajes su adaptación a sistemas dirigidos a Internet.

Cabe destacar la importancia del desarrollo de sitios web basados en tecnologías actuales, ya que permiten dar a conocer el funcionamiento de sistemas, como el caso de SIMA, a una amplia gama de usuarios, cuyo único requisito es la conexión a Internet.

7. REFERENCIAS

- [1] EUSC - European Usability Support Centres
http://www.lboro.ac.uk/research/husat/eusc/index_g_general_topics.html
- [2] LEGUIZAMO V., SULBARAN Y. *Un Sitio Web para el Sistema de Procesamiento de Imágenes en un Ambiente Distribuido (SIMA)*. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Computación. UCV. 2000
- [3] LEON Claudia. *Una herramienta para estructurar aplicaciones distribuidas de tratamiento de imágenes como transacciones anidadas*. Trabajo de Ascenso a Agregado. Escuela de Computación. UCV. 1999
- [4] MOSS, J. Elliot B. *Nested Transactions: An Approach to Reliable Distributed Computed*. The MIT Press. 1985.
- [5] NIELSEN, Jacob. *Usability Engineering*. United Kindom Edition. United Kinform 1993.
- [6] Pequeño Tutor de Java. <http://cseg.inaoep.mx/virtual/TutorJava2/>
- [7] RUKOZ M., LEON C., RIVAS M. *SIMA: A Java Tool for Constructing Image Processing Applications on a heterogeneous network*. Parallel an Distributed Computing Practices on Distributed Object Systems. Nova Science Publishers. 2001.
- [8] SILVA E., VALERY S. *Implementación de un Manejador de Transacciones para el Sistema de Tratamiento de Imágenes Distribuidas (SIMA), con una interfaz gráfica interactiva*. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Computación. UCV. 1999