

Entorno para el diseño y la práctica con instrumentos quirúrgicos virtuales (WESST-IN)

Adriana Ximena Vera

*Pontificia Universidad Javeriana
e-mail: axvera@puj.edu.co*

Jaime Andrés Cardona

*Pontificia Universidad Javeriana
e-mail: jac@puj.edu.co*

Andrés Adolfo Navarro Newball, MSc

*Pontificia Universidad Javeriana
e-mail: anavarro@puj.edu.co
Centro de Telemedicina de Colombia
e-mail: aanewball@colombiantelemed.org*

Jorge Alberto Vélez Beltrán, MD

*Centro de Telemedicina de Colombia
e-mail: javelez@colombiantelemed.org*

Fecha de recepción: 13-12-2004

Fecha de aceptación: 28-03-2005

ABSTRACT

This work presents a system which allows medicine practitioners to model, to manipulate and to use virtual surgical instruments. The system allows operations like upgrade, modification and inclusion of new surgical instruments; also, it has a graphic interface which facilitates learning and an understandable help system for the final user. This tool contributes to the learning of surgical instrument manipulation for medicine students. On the other hand, the implementation of the system in a WEB environment allows its use by remote practitioners via internet.

KEYWORDS

Virtual reality, surgery, surgical instrument, distance learning, simulation modeling, telemedicine.

RESUMEN

Este trabajo presenta un sistema que permite a los practicantes de medicina el modelado, el manejo y la utilización de instrumentos quirúrgicos virtuales. El sistema asume operaciones como actualización, modificación e inclusión de nuevos instrumentos quirúrgicos; además, cuenta con una interfaz gráfica para facilitar el aprendizaje y con un sistema de ayudas entendibles para el usuario final.

Esta herramienta contribuye al aprendizaje en el manejo de instrumentos quirúrgicos a estudiantes de medicina. Por otra parte, la implementación del entorno en un ambiente WEB permite su utilización por parte de practicantes remotos a través de internet.

PALABRAS CLAVE

Realidad virtual, cirugía, instrumento quirúrgico, educación a distancia, simulación, modelado, telemedicina.

Clasificación Colciencias: A

INTRODUCCIÓN

La integración de la informática con la medicina y su aplicación en las diferentes actividades del sector salud hacen posible pensar en nuevos métodos para realizar intervenciones quirúrgicas y para enseñar técnicas de cirugía.¹ Con la herramienta creada en este proyecto se realizó el modelado de algunos instrumentos utilizados en la cirugía de senos paranasales. Aquí, el modelado de los instrumentos busca complementar el proyecto del grupo de investigación Destino de la Pontificia Universidad Javeriana, Cali, y del Centro de Telemática de Colombia titulado “Desarrollo de la segunda fase de un simulador de práctica quirúrgica en otorrinolaringología”; sin embargo, el sistema propuesto permite el modelado de instrumentos quirúrgicos en otras especialidades médicas.² El sistema se ha denominado WESST-IN, de su nombre en inglés “WEB envi-

ronment for surgical skills training in instrument manipulation”

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

La versión “stand alone” de WESST-IN contiene una serie de menús, pantallas y botones para que los usuarios tengan una fácil interacción con la herramienta; actualmente esta interacción sólo se puede realizar a través del monitor, el teclado y el ratón.

En la Figura 1 se muestra la interfaz gráfica de inicio en WESST-IN; aquí se observa que la pantalla ha sido dividida en tres: el área superior izquierda o vista de objeto, el área inferior izquierda o vista de parámetros y el área derecha o vista de instrumento. Una vez ejecutada la aplicación las vistas de objeto, de parámetros y de instrumento aparecen vacías debido a que no se ha ejecutado ninguna instrucción. La vista objeto sirve para mostrar los objetos o piezas que serán utilizados para cons-



Figura 1. Interfaz gráfica de WESST-IN.

truir el instrumento que será visualizado en la vista instrumento. La vista de parámetros permite modificar propiedades como tamaño, posición y orientación de los objetos en la vista de objeto. Adicionalmente, la aplicación cuenta con un menú con las opciones Object y Example-Parts. En la opción Objects se encuentran las primitivas de construcción de instrumentos “objetos básicos” y “nurbs”. Los “nurbs” son un tipo especial de objeto que permite el modelado de varios tipos de pieza en tres dimensiones; sin embargo, su manejo es más complejo.³ En la opción Example-Parts se encuentran objetos quirúrgicos prediseñados; por ejemplo, el endoscopio, el Blakesley y el Kerrison que son tres instrumentos básicos en una operación de senos paranasales.⁴ Los objetos prediseñados brindan una visión clara del alcance de la herramienta y sirven de guía a los estudiantes para modelar nuevos objetos; además, tras la modificación de ciertas propiedades pueden ser reutilizados en el diseño de nuevos instrumentos.

PRIMITIVAS DE CONSTRUCCIÓN Y PARTES PREDISEÑADAS

La Figura 2 muestra gráficamente los objetos básicos que se pueden utilizar en la construcción de un instru-

mento. Estos incluyen formas cilíndricas, esféricas, planas y circulares.

Al mismo tiempo, la utilización de “nurbs” permite la creación de superficies complejas en tres dimensiones. Con “nurbs” no es necesario crear cientos de triángulos para construir una curvatura; pues estos encapsulan un código complejo que crea los polígonos necesarios para construir una superficie curva con gran precisión. Aquí, las curvas están representadas por 16 puntos de control que influyen en la forma de la superficie atrayendo la curva hacia ellos tal como se muestra en la Figura 3, a la izquierda. Los puntos de control de los “nurbs” forman una matriz de 4 por 4 de puntos [x, y, z] tal como la que se muestra en la Figura 3 a la derecha.^{5,6} Así, los 16 puntos definidos se pueden utilizar para formar distintas superficies dependiendo de cómo se ubiquen en el espacio.

Finalmente, la Figura 4 muestra los tres instrumentos prediseñados. A la izquierda se muestra el endoscopio, al centro el Kerrison y a la derecha el Blakesley.

EDICIÓN DE INSTRUMENTOS POR FUERA DE LA APLICACIÓN

WESST-IN permite cargar instrumentos guardados en archivos en formato texto, con extensión “.qo”. En



Figura 2. Objetos básicos.

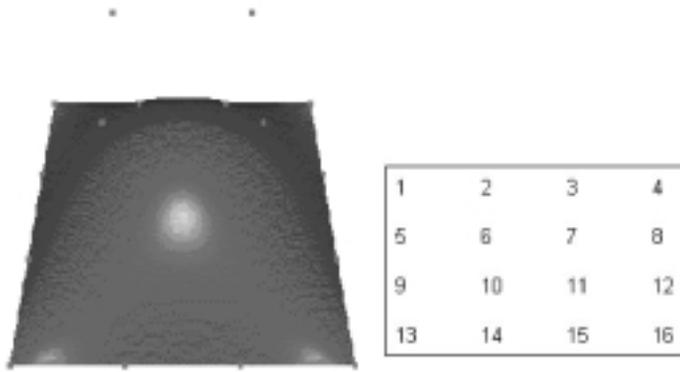


Figura 3. Puntos de control en un “nurbs” y su matriz de 16 puntos.



Figura 4. Kerrison, endoscopio y Blakesley.

estos archivos los objetos que conforman un instrumento tienen un nombre que se denomina palabra clave. Aquí, cada palabra clave puede tener cero o más parámetros. Las palabras clave son interpretadas por el sistema y luego visualizadas desde la aplicación. El siguiente bloque de código describe cómo un usuario puede construir una pieza cilíndrica en un archivo “.qo” en formato texto por fuera de la aplicación.

```

FileName := information/Cylinder.txt
PushMatrix
# Draw a cylinder, (right radius, left radius,
large)
DrawCylinder := 0.05 0.05 1.5 100.0 1.0
PopMatrix

```

En el bloque de código, la palabra clave FileName significa que a continuación de “:=” se da la ubicación del archivo de información del instrumento que se está creando. Los cambios se realizan con el código escrito entre las instrucciones “PushMatrix” y “PopMatrix” y no afecta lo que se encuentra fuera de ellas. Además, el símbolo “#” indica una línea de comentario y la palabra clave “DrawCylinder” permite la creación de un cilindro con las propiedades que aparecen después de “:=”. Aquí, el lenguaje creado para la construcción de piezas por fuera de la aplicación es una simplificación del API de computación gráfica OpenGL⁷ que puede ser

fácilmente aprendida por los usuarios. La reacción de instrumentos en archivos “.go” constituye una alternativa al editor visual que ofrece la aplicación; sin embargo, cabe anotar que el editor visual de la aplicación genera automáticamente archivos “.go”.

ACCESO REMOTO A LA APLICACIÓN

El sistema puede ser utilizado remotamente a través de un navegador de internet y un visor que ejecuta el entorno. El visor carga los instrumentos generados por medio de la aplicación, dejando ver características tales como movimiento, rotación, traslación, color e iluminación. La Figura 5 muestra la ejecución de la aplicación desde internet. Actualmente, el visor se comporta como la pantalla visor de instrumentos de la aplicación, pero no permite ver las otras características de la aplicación. Por esta razón, un usuario remoto debe

conocer el lenguaje de creación de instrumentos y alimentar el sistema con archivos “.go”.

CONCLUSIÓN Y TRABAJO FUTURO

La introducción del sistema propuesto genera beneficios; por ejemplo, hace posible cuidar la seguridad de las personas al no exponerlas a una prueba por parte de un practicante sin la suficiente capacidad en el manejo de instrumentos quirúrgicos, igualmente hace posible proveer a los practicantes de un juego de instrumentos quirúrgicos virtuales a bajo costo; además el sistema permite la creación y experimentación con nuevos instrumentos quirúrgicos.

El uso de información gráfica para la comunicación humana y la computadora se está convirtiendo en un recurso habitual. Este uso va más allá de la utilización de menús y sistemas de venta-

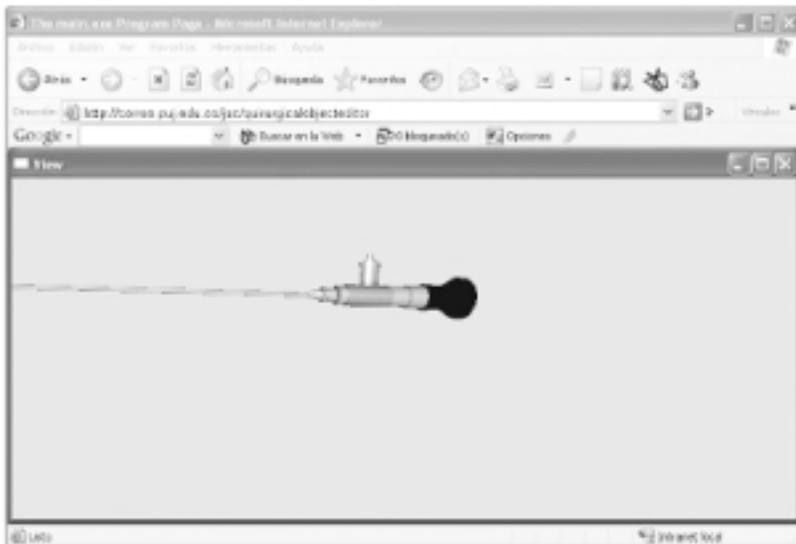


Figura 5. Ejecución de la aplicación desde Internet a través de un navegador y un visor.

nas y permite la representación gráfica de imágenes reales. WESST-IN ofrece un mecanismo visual de interacción con instrumentos quirúrgicos que puede ser mejorado con la utilización de hardware de interacción distinto al monitor, el teclado y el ratón. De esta manera sería posible introducir realimentación de fuerzas y mejorar la percepción de profundidad en los usuarios. En contraste, la utilización de un lenguaje de creación de instrumentos simplificado puede permitir la creación y reutilización de grandes librerías de instrumentos quirúrgicos virtuales, basadas en archivos de texto.

Aunque complejos, los “nurbs” son un método poderoso en el modelado de las superficies de los instrumentos. Por esta razón se les dio un manejo especial, de manera que puedan ser utilizados fácilmente por los usuarios.

En el futuro, las características de funcionamiento de WESST-IN a través de internet pueden ser mejoradas, de manera que no sólo el visor de instrumentos, sino también el resto de componentes de la interfaz de la aplicación, pueda ser utilizado por los usuarios; esto garantizaría una sesión de práctica más apropiada para practicantes remotos. Por otra parte, se hace necesaria una validación en una comunidad médica; sus resultados pueden contribuir al mejoramiento de la herramienta. Actualmente se está iniciando un proyecto que permitirá comunicar y utilizar WESST-IN en conjunto con WESST-OT^s (Web Environment for Surgery Skills Training in Otolaryngology).

AGRADECIMIENTOS

A los doctores Carlos Alberto Gamboa M. y Antonio José Reyes S.

BIBLIOGRAFÍA

1. Westwood JD, Hoffman HM, Robb RA, Stredney D. *Medicine Meets Virtual Reality 05/13: The Magical Next Becomes The Medical Now*. IOS Press: Amsterdam. 2005.
2. Vera AX, Cardona JA. *Análisis y diseño de un componente distribuido y orientado a objetos para la práctica con instrumentos quirúrgicos virtuales*. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana, Cali. 2005.
3. Watt A. *3D Computer Graphics*. Addison Wesley: New York. 2000.
4. WIGAND ME. *Endoscopic Surgery of the Paranasal Sinuses and Anterior Skull Base*. Thieme Verlag. 1990.
5. Neider J, Davis T, Woo M. *OpenGL Programming Guide*. Addison Wesley: New York. 1999.
6. Foley JD, van Dam A, Feiner SK, Hughes JF. *Computer Graphics: Principles and Practice*. Addison Wesley: New York. 1996.
7. Silicon Graphics. *OpenGL*. <http://www.opengl.org>. Visitado: 2005.
8. Navarro AA, Hernández CJ, Vélez JA, Múnera LE, García GB, Gamboa C, Reyes AJ. *Virtual Surgical Telesimulations in Otolaryngology*. Studies in Health Technology and Informatics. Vol. 111. 2005. p. 353 - 355.

CURRÍCULO

Adriana Ximena Vera. Ingeniera de Sistemas y Computación, egresada de la Pontificia Universidad Javeriana en Cali. Perteneció al grupo de investigación Destino de

la Facultad de Ingeniería durante el desarrollo de su trabajo de grado. Actualmente se prepara para presentar una ponencia relacionada con WESST-IN en el congreso de la American Telemedicine Association - ATA 2005.

Jaime Andrés Cardona. Ingeniero de Sistemas y Computación, egresado de la Pontificia Universidad Javeriana en Cali. Perteneció al grupo de investigación Destino de la Facultad de Ingeniería durante el desarrollo de su trabajo de grado. Actualmente se prepara para presentar una ponencia relacionada con WESST-IN en el congreso de la American Telemedicine Association - ATA 2005.

Andrés Adolfo Navarro Newball. Ingeniero de Sistemas y Computación, egresado de la Pontificia Universidad Javeriana en Cali, tiene un MSc in Computer Graphics and Virtual Environments

de la Universidad de Hull en Inglaterra y una Especialización en Redes y Comunicaciones de la Universidad Icesi, en Cali. Actualmente se desempeña como profesor en la Pontificia Universidad Javeriana, Cali, en donde coordina el grupo de Investigación Destino. Además, es fundador y codirector del Centro de Telemedicina de Colombia.

Jorge Alberto Vélez Beltrán. Médico egresado de la Universidad Libre en Cali, tiene una Especialización en Gestión de la Salud de la Universidad Icesi, en Cali. Actualmente se desempeña como profesor en la Pontificia Universidad Javeriana, Cali, en donde forma parte del grupo de Investigación Destino. Además, es fundador y director del Centro de Telemedicina de Colombia y líder de los servicios de salud de Ecopetrol S.A., en la ciudad de Cali.☀