

Herramienta de autoría de contenidos didácticos multimedia para entorno de formación colaborativo en Cirugía de Mínima Invasión

An authoring tool of multimedia didactic content for a collaborative e-learning environment in minimally invasive surgery

Patricia Sánchez-González

Grupo de Bioingeniería y Telemedicina (GBT), ETSIT, Universidad Politécnica de Madrid
psanchez@gbt.tfo.upm.es

Álvaro Fernández

Grupo de Bioingeniería y Telemedicina
Universidad Politécnica de Madrid
afernandez@gbt.tfo.upm.es

Francisco M. Sánchez-Margallo

Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón
msanchez@ccmijesususon.com

Ignacio Oropesa

Grupo de Bioingeniería y Telemedicina
Universidad Politécnica de Madrid
ioropesa@gbt.tfo.upm.es

Daniel Burgos

ATOS Origin.
daniel.burgos@atosresearch.eu

José Noguera

Hospital Sont Llatzer
jnuoguera@hsl.es

Enrique Gómez

Grupo de Bioingeniería y Telemedicina
Universidad Politécnica de Madrid
ioropesa@gbt.tfo.upm.es

Resumen

TELMA es un entorno de formación y aprendizaje online basado en la edición de vídeo laparoscópico, la gestión del conocimiento y el trabajo colaborativo, cuyo fin es mejorar la efectividad y eficacia de los procesos de formación (inicial y continuada) de los cirujanos de Cirugía de Mínima Invasión (CMI). TELMA proporciona un aprendizaje personalizado a los usuarios del sistema, permitiendo crear, compartir y reutilizar los contenidos didácticos así como adaptarlos a sus necesidades individuales. Para ello, incorpora una herramienta de autoría de contenidos, que posibilita la creación y edición de los contenidos didácticos presentes en el entorno de formación. La herramienta de autoría incorpora un editor multimedia de vídeo laparoscópico, capaz de añadir a los vídeos originales información didáctica útil para los periodos de formación de los nuevos cirujanos.

Palabras Clave.- Cirugía de Mínima Invasión, habilidades, formación web, herramienta autoría, edición de vídeos quirúrgicos

Abstract

TELMA is a training environment based on e-learning technologies that aims at providing an adaptive and personalized learning experience using an efficient surgical video-based content authoring, a users' knowledge management and a collaborative professional network. TELMA aims to improve training (initial and life-long-learning) processes within Minimal Invasive Surgery (MIS). TELMA environment provides a personalized learning, supporting knowledge capturing, sharing and reuse, effective management of didactic contents and their adaptation to their individual training needs. TELMA also incorporates a multimedia didactic authoring tool, which allows the edition and creation of didactic contents stored in the environment. The authoring tool has a multimedia laparoscopic video editor whose goal is the didactic enhancement of relevant information in surgical videos, suitable for early surgeons' training stages.

Keywords.- Minimal Invasive Surgery, skills, e-learning, authoring tool, surgical video edition

1. Introducción

El cambio de paradigma que supone la introducción de la Cirugía de Mínima Invasión (OPTI, 2007) en rutina clínica hace necesario una revisión de los modelos de formación de los nuevos profesionales, con los que poder adquirir las habilidades cognitivas (relativas a la adquisición del conocimiento teórico necesario), motoras (relativas a la adopción de gestos quirúrgicos necesarios para la correcta realización de un intervención) y de juicio (habilidades para decidir qué hacer en cada momento en función del conocimiento adquirido con la experiencia) (Park, 2002) (Moore, 2005) necesarias para el correcto desempeño de las intervenciones quirúrgicas. Así, la formación tradicional se ve gradualmente reemplazada por nuevas metodologías que: (1) fomenten la participación activa de los alumnos en sus procesos de aprendizaje, (2) potencien la reproducibilidad de las tareas y la flexibilidad en la enseñanza, (3) ofrezcan realimentación inmediata y constructiva acerca de sus progresos, y (4) reduzcan significativamente las curvas de aprendizaje de los alumnos.

Las tecnologías web se presentan como apoyo al desarrollo de nuevas herramientas de formación online, superando las barreras de distancia, tiempo y costes. Así, estas tecnologías proveen al usuario de un acceso ubicuo, facilitando la continua educación de los profesionales médicos.

El uso de la principal fuente de información de los quirófanos, el vídeo endoscópico, se ha visto mermado a su mera reproducción y almacenamiento en videotecas. Así, actualmente, existen repositorios de vídeo online que se caracterizan por una limitada interactividad por parte del usuario. Aproximaciones como WebSurg (Mutter, 2011) (WeBSurg,2011), WebOp (WebOp, 2011), letsmedical (Letsmedical, 2011), laptube (Laptube, 2011), hemostasia.com (Videohemostasia, 2011), entre otras o como las llevadas a cabo por diferentes asociaciones quirúrgicas como la Asociación Española de Cirujanos (AEC), la Asociación Española de Urología (AEU) o el programa *Fundamentals of Laparoscopic Surgery* (FLS) de la *Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons* (SAGES) aparecen como entornos de formación de los profesionales médicos.

TELMA (Sánchez-González, 2011) es una alternativa a las plataformas web existentes, presentándose como un entorno de formación y aprendizaje online, que aumenta el valor didáctico de los vídeos quirúrgicos mediante la edición de los mismos, dota al usuario de un papel más interactivo en su formación inicial o continuada y fomenta la colaboración entre usuarios de diferente experiencia quirúrgica. Frente a productos similares, el sistema recomienda al usuario cómo encaminar su aprendizaje, permitiéndole así progresar en base a sus necesidades y progresos formativos.

Para alcanzar sus objetivos, TELMA incorpora los siguientes sistemas:

- Herramienta de autoría de contenidos didácticos, que hace uso de librerías de vídeos quirúrgicos y posibilita la creación de contenidos multimedia escalables y reutilizables.
- Gestor de conocimiento, encargado de monitorizar el comportamiento del usuario en el entorno y adaptar los contenidos al proceso formativo, gracias a una eficiente gestión del conocimiento y contenidos del sistema.

- Red profesional, donde se crean canales de comunicación con otros profesionales clínicos, potenciando el aprendizaje colaborativo de los usuarios mediante la compartición de experiencias entre los miembros de la comunidad TELMA.

El presente artículo se centra en la herramienta de autoría de contenidos didácticos. Esta herramienta ofrece la posibilidad de aprovechar los vídeos quirúrgicos de manera eficiente para fines docentes, enriqueciéndolos y aportando valor añadido multimedia (Rosser, 2000) que mejore la explicación de los mismos. Una consecuencia directa de este hecho es la mejora de la comprensión de las intervenciones por parte de los cirujanos noveles.

2. Diseño de la herramienta de autoría

2.1. Consideraciones de diseño

Para el desarrollo de la herramienta de autoría se han tenido en cuenta siempre los criterios fundamentales de usabilidad en el diseño de aplicaciones médicas: se ha potenciado la simplicidad mediante el uso de metáforas gráficas y una cuidada disposición de los elementos y colores de la interfaz, sin renunciar a ninguna de las funcionalidades demandadas por los usuarios.

Además, es importante destacar que un factor determinante es el grado de familiarización del usuario a la hora de trabajar en entornos similares (informáticos), ya que de ello depende en gran medida la facilidad con la que se aprende a utilizarlo correctamente y, por tanto, sacar el máximo partido a la aplicación. En el presente caso, los usuarios potenciales son cirujanos, a los que no se les presupone una alta experiencia con entornos similares.

El uso de la herramienta de autoría incorporada en TELMA permite la creación de los contenidos didácticos soportados en el entorno (entendidos como aquellos medios y recursos que, por una parte, ayudan a los docentes en su tarea de enseñar y por otra, facilitan a los alumnos alcanzar sus objetivos de aprendizaje). Estos contenidos se dividen en unidades didácticas, casos clínicos y recursos simples (documentos, imágenes, vídeos...), tal y como muestra la siguiente tabla. A pesar de ser contenidos diferentes tanto en forma como en objetivos docentes, la herramienta se ha diseñado de forma que su manejo sea idéntico con independencia del tipo de contenidos.

Tipo de contenido TELMA	Descripción
Recurso simple	Recurso audiovisual individual: vídeo quirúrgico, imagen, documento, audio.
Caso clínico	Un caso clínico es un contenido didáctico más elaborado que un recurso simple que tiene una estructura definida y centrada en un paciente concreto.
Unidad didáctica	Las unidades didácticas son el tipo de contenido más complejo que se alberga en el entorno TELMA. Presentan un enfoque pedagógico y educativo más definido, relacionándose en mayor medida con una formación quirúrgica reglada.

La herramienta de autoría TELMA incorpora, asimismo, un editor de vídeo con el fin de enriquecerlo añadiéndole información de interés para el usuario. El editor consta de dos entornos claramente diferenciados: el entorno de edición para la edición avanzada del vídeo y el entorno de reproducción para la comprobación del resultado final tal y como se le mostrará a los usuarios en TELMA. Para el diseño del editor de vídeo, se ha optado por una estructura multicapa que facilite la tarea de añadir y eliminar información al vídeo quirúrgico. La información adicional al vídeo queda añadida de forma individual a la estructura de datos del entorno, facilitando el manejo del mismo, y permitiendo además continuar con una edición anterior. Cada capa es así tratada como un elemento individual añadido a cada una de las imágenes del vídeo. En el proceso de diseño se han definido las siguientes capas de información:

- *Imagen*, capa que contiene todas las imágenes que compone el vídeo quirúrgico.
- *Información textual*, capa que contiene todos los textos que se superponen al vídeo. Esta capa almacena información de los instantes y posiciones en los que se superpone el campo textual.
- *Audio*, capa que contiene los archivos de sonido que complementan el vídeo (se almacenan los instantes de comienzo de los audios).
- *Seguimiento*, capa que localiza las regiones segmentadas a lo largo del vídeo.
- *Ejercicio*, capa que contiene los enunciados y respuestas de las diferentes pruebas de evaluación.

2.2. Especificaciones técnicas y casos de uso

La herramienta de autoría de contenidos TELMA viene dada en dos formatos: una aplicación descargable para el procesado avanzado de vídeos en local (funcionalidades de segmentación y seguimiento de estructuras), y una versión simplificada en línea que permita procesos de edición sencilla al usuario sin necesidad de volver a descargar el contenido en su máquina (fundamentalmente operaciones de *clipping* y etiquetado de los vídeos). La herramienta descargable ha sido desarrollada sobre C++, empleándose la librería OpenCV para la construcción de los algoritmos de procesado de vídeo. Para la herramienta en línea, el lenguaje de programación web escogido ha sido PHP.

Entre las funcionalidades de la herramienta destacan:

- La creación de contenidos didácticos estructurados, que hagan uso de los vídeos editados así como de cualquier otro material multimedia que se considere.
- La edición y enriquecimiento de vídeos, que incluye:
 - La edición básica de los vídeos quirúrgicos, mediante funcionalidades de recorte, creación de clips independientes, zoom, etiquetado, o inserción de audio o texto.
 - La edición avanzada de los vídeos quirúrgicos, permitiéndose la segmentación y seguimiento automático de las estructuras anatómicas presentes en el mismo.
- La creación de ejercicios de evaluación reutilizables, asociados a los contenidos, bien simples o complejos, que puedan ser usados posteriormente por el entorno para valorar los progresos del alumno.
- La conexión directa con el entorno TELMA para el envío y publicación de los contenidos didácticos mediante servicios web.

A la hora de crear y editar contenidos didácticos, la herramienta permite elegir entre casos clínicos, unidades didácticas o recursos sencillos. Aunque en función de la elección la estructura de dicho contenido será una u otra, la base tecnológica sigue una estructura común basada en ficheros HTML interrelacionados para la publicación de contenidos. Para la comunicación sobre servicios web con el entorno TELMA se ha optado por el envío de datos sobre XML, por la versatilidad y sencillez de este estándar.

3. Desarrollo de la herramienta de autoría

En una primera versión de la herramienta de autoría, se ha desarrollado un prototipo con el que se pueden crear unidades y contenidos multimedia didácticos a partir de la edición y procesamiento de vídeos laparoscópicos (figura 1). En pruebas de laboratorio, se ha comprobado la correcta generación de los ficheros HTML asociados, el funcionamiento de la subida de archivos adjuntos y las comunicaciones vía servicio web con el entorno para la publicación de los contenidos de prueba generados.

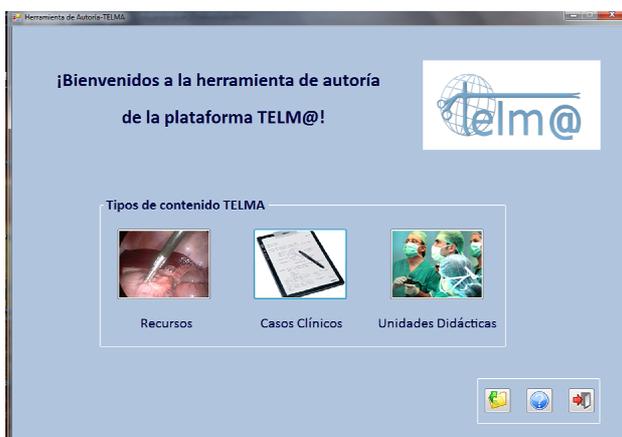


Figura 1. Interfaz de usuario de la herramienta de autoría TELMA

Se ha desarrollado además la versión final del editor de vídeo con el que poder añadir contenido didáctico a los vídeos endoscópicos, escalables y reutilizables en el entorno de formación TELMA. La figura 2 muestra la interfaz de usuario de dicho editor. En ella se distinguen los siguientes elementos:

- (1) Barra de herramientas: acceso a las funcionalidades de la herramienta.
- (2) Visor principal de vídeo: visualizador principal del video a editar, observando los cambios derivados de la edición.
- (3) Barra de controles de desplazamiento: desplazamiento a lo largo de los *frames* que forman el vídeo (barra de tiempos).
- (4) Ayuda interactiva: información textual que guía al usuario en la ejecución de las tareas.
- (5) Visor auxiliar de vídeo: previsualización del resultado de los algoritmos de procesamiento.
- (6) Panel de menú de funcionalidad: agrupación de los menús de las funcionalidades que conforman la herramienta de edición.
- (7) Menú de controles generales: acceso a controles de deshacer operaciones y finalizar el proceso de edición vigente.
- (8) Menú controles generales herramienta de autoría: permiten el envío del resultado de la edición al entorno de formación TELMA, así como guardar el proyecto y salir del mismo.

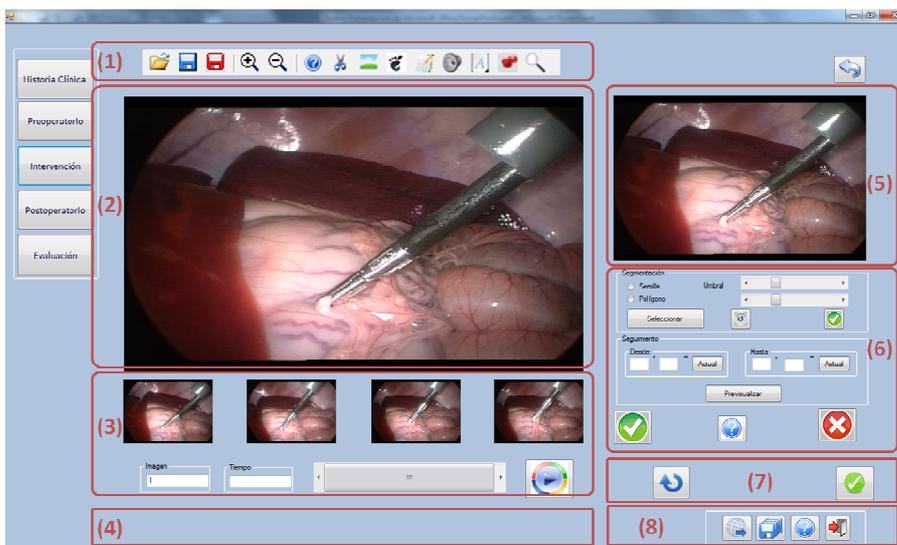


Figura 2. Interfaz de usuario de la herramienta de edición del vídeo

Por otra parte, en la herramienta de edición de vídeo se incorporan las funcionalidades recogidas en la siguiente tabla:

Funcionalidad	Descripción
Abrir un vídeo	Se abre un vídeo almacenado en local para su manejo en el editor de vídeo
Guardar un vídeo	Se almacena el vídeo, así como su estructura de datos asociada (capas de información y documentación)
Guardar una imagen	Se guarda en disco una imagen del vídeo en formato JPG.
Recortar un vídeo. Creación de clips	Se selecciona y almacena un fragmento del vídeo original. En caso de recortar el vídeo, el archivo original quedará modificado permanentemente. En el caso de la creación de clips, se almacenan punteros a la zona seleccionada pero no se altera el contenido original.
Añadir texto	Se añade a la imagen un texto de explicación, comentario, título, etc.
Añadir audio	Se incorpora una grabación de voz a un segmento del vídeo.
Editar imágenes	Operaciones de mejora e intensificación de la imagen de vídeo. Se incluyen funcionalidades de ajuste de brillos, realce de bordes, realce de estructuras de interés en la escena quirúrgica.
Seguir estructuras en el vídeo	Permite realizar la segmentación de estructuras dentro de la imagen, así como llevar a cabo un seguimiento de las mismas en un cierto intervalo del vídeo
Añadir ejercicio	Se añade un ejercicio a una imagen en un instante del vídeo.
Documentación de recursos	Se introducen datos administrativos, metadatos sobre las acciones que se desarrollan en el vídeo, etc.

De nuevo, las pruebas de validación llevadas a cabo hasta el momento se han realizado en entornos de laboratorio, comprobándose aspectos de coherencia y fiabilidad interna del código generado. En una siguiente fase se procederá a la implantación tanto de la herramienta de autoría como del editor de vídeo en los servidores que albergarán el entorno TELMA, de cara a la validación clínica con usuarios reales.

4. Discusión.

En un momento en que la consolidación de las tecnologías de aprendizaje web es un hecho constatado, su aplicación a la formación quirúrgica de mínima invasión mediante el uso eficiente de los recursos multimedia existentes puede ser de gran ayuda al nuevo cirujano. Las tecnologías de aprendizaje en línea le pueden ayudar, entre otras cosas, a optimizar su tiempo de formación en su ya cargada agenda.

Para que los recursos didácticos tengan un impacto en los periodos de formación de los alumnos han de tener una alta calidad docente. Dada la gran importancia de los contenidos para el éxito del proceso de formación es necesario desarrollar herramientas

que permitan la creación de los mismos de una manera simple, eficaz y motivadora. Actualmente, su proceso de creación es largo y costoso, teniendo que llevarlo a cabo expertos cirujanos docentes en estrecha colaboración con técnicos especialistas en herramientas de edición y creación de contenidos multimedia.

En este contexto, surge la necesidad de crear nuevas herramientas de autoría que ayuden en los procesos de los nuevos cirujanos de CMI y que permitan crear contenidos interactivos escalables y reutilizables, uniformizando los procesos de creación de los objetos de aprendizaje.

Las herramientas de autoría existentes presentan inconvenientes para su uso por los profesionales médicos debido a la complejidad de las tareas que llevan a cabo. Así, la herramienta de autoría presentada en este trabajo ofrece al usuario un entorno fácil e intuitivo, mediante el cual es capaz de construir los contenidos

Por otra parte, el uso de los vídeos quirúrgicos en los procesos de formación se ha visto delegado a su mera reproducción. Dado el alto potencial de los mismos, la herramienta de autoría contiene un editor de vídeo especializado, con el que se permite añadir información de utilidad didáctica a los vídeos quirúrgicos.

El estado actual de la herramienta de autoría posibilita la creación de nuevos contenidos de forma sencilla e intuitiva, explotando las cualidades inherentes del vídeo y reforzando su potencial didáctico. Sin embargo, el margen de mejora sobre la herramienta aún es amplio y dependerá de la opinión de los usuarios finales, los cirujanos: la herramienta se encuentra en estos momentos pasando una validación clínica exhaustiva en la que se continuarán definiendo las necesidades y funcionalidades de cara a una mejora continuada del servicio prestado.

5. Conclusiones.

Gracias a la flexibilidad del aprendizaje online, cada vez son más las aplicaciones de esta tecnología a la formación quirúrgica. Ejemplos como websurg (Mutter, 2011) o webop (WebOp, 2011) son una pequeña muestra de ello. La edición de vídeos quirúrgicos y la creación de contenidos didácticos mediante la herramienta de autoría permiten a TELMA dar un paso adelante en esta línea, promoviendo el aprovechamiento y la reutilización de los recursos quirúrgicos para la creación de contenidos de formación especializados.

Así, TELMA crea una nueva estrategia de formación basada en la gestión del conocimiento, la personalización del aprendizaje, el trabajo cooperativo y las tecnologías de la información y las comunicaciones con el fin de mejorar la efectividad de los procesos de formación (inicial y continuada) de los cirujanos de CMI, explotando el uso del vídeo laparoscópico como el núcleo de los contenidos didácticos y posibilitando un acceso ubicuo a los contenidos didácticos.

Agradecimientos. Este proyecto de investigación está financiado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio dentro del subprograma Avanza I+D (prioridad temática: Contenidos, www.ines.org.es/telma, TSI-020110-2009-85).

Fin de redacción del artículo: 1 de mayo de 2011.

Patricia Sánchez-González, Álvaro Fernández, Ignacio Oropesa, José Noguera, Francisco M. Sánchez-Margallo, Daniel Burgos, Enrique J. Gómez. Herramienta de autoría de contenidos didácticos multimedia para entorno de formación colaborativo en Cirugía de Mínima Invasión. *RED, Revista de Educación a Distancia. Número 26*. Consultado el [dd/mm/aaaa] en <http://www.um.es/ead/red/28/>

Referencias bibliográficas

- Laptube. Página web de Laptube <http://laptube.net/> (Consultada: Enero 2011).
- Letsmedical. Página web de Letsmedical <http://www.letsmedical.com/> (Consultada: Enero 2011).
- Moore R.G., Loening S., Bishoff J.T., Docimo S.G., Bonnett R.. (2005). Minimally Invasive Urologic Surgery. Chapter 11.
- Mutter D., Vix M., Dallemagne B., Perretta S., Leroy J., Marescaux J. (2011). WeBSurg: An Innovative Educational Web Site in Minimally Invasive Surgery–Principles and Results. *Surgical Innovation*, vol 18, 8-14.
- OPTI, FENIN (2007). Informe de OPTI y FENIN. El futuro de la Cirugía Mínimamente Invasiva: Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo.
- Park A., Witzke D., Donnelly M. (2002). Ongoing Deficits in Resident Training for Minimally Invasive Surgery. *Journal of Gastrointestinal Surgery*, Vol 6, num 3, 2002, pp. 501-509(9).
- Rosser J.C., Murayama M., Gabriel N.H. (2000). Minimally invasive training solutions for the twenty-first century *Surg.Clin.North America*, vol. 80, pp. 1607-1624.
- Sánchez-González P., Oropesa I., Romero V., Fernández A., Albacete A., Asenjo E., Noguera J., Sánchez-Margallo F., Burgos D., Gómez E.J. (2011). TELMA: Technology enhanced learning environment for Minimally Invasive Surgery. *Procedia Computer Science*, 3, pp. 316-321.
- Videohemostasia. Página web de Videohemostasia <http://www.videohemostasia.com/> (Consultada: Enero 2011).
- WebOp. Página web de WebOp <http://www.webop.de/> (Consultada: Enero 2011).
- WebSurg. Página web de World Electronic Book of Surgery (WebSurg) <http://websurg.com> (Consultada: Enero 2011).