

Trabajo Fin de Grado

Software para control gestual y por voz de
imágenes médicas durante la cirugía

Autor

Roberto Serrano López

Director

Iñaki González Rico – Mutua de Accidentes de Zaragoza

Ponente

Jesús Alastruey Benedé – Universidad de Zaragoza

Universidad de Zaragoza / Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2014

Software para control gestual y por voz de imágenes médicas durante la cirugía

Resumen

En este TFG se ha desarrollado un visor *DICOM* controlado por gestos y por voz para ordenadores de sobremesa cuyo nombre en clave es *Negatoscope*. Su propósito es permitir al usuario visualizar y manipular imágenes en el formato estándar *DICOM* sin tener que entrar en contacto directo con ningún periférico. Además permite descargar las imágenes médicas de cualquier servidor *PACS* que utilice el protocolo de comunicaciones *DICOM*. Hace uso del sensor *Kinect* y funciona sobre equipos *Windows* gracias a la plataforma *.NET*.

Mi objetivo principal ha sido conseguir un control gestual cómodo, orgánico y bien integrado con la interfaz gráfica.

Tabla de contenido

1 Introducción	1
2 Requisitos.....	2
3 DICOM.....	3
3.1 Formato de imagen DICOM.....	3
3.2 Protocolo de comunicaciones DICOM.....	4
3.3 Operaciones DICOM	5
3.4 Imágenes de referencia.....	6
4 Desarrollo	7
4.1 Metodología de trabajo.....	7
4.2 Tecnologías utilizadas.....	7
4.3 Requisitos necesarios	7
4.4 Estructura del programa	8
5 Reconocimiento del movimiento.....	10
5.1 Kinect.....	10
5.2 Gestos.....	10
6 Control por voz.....	13
6.1 Elección de comandos de voz.....	13
7 Interfaz gráfica.....	15
7.1 Diseño.....	15
7.2 Realimentación visual.....	17
8 Funcionamiento del programa	20
8.1 Selección preliminar de estudios	20
8.2 Fijación de usuario	23
8.3 Selección de estudio y serie	24
8.4 Manipulación.....	25
9 Conclusiones y Trabajo futuro	27
10 Bibliografía.....	28

Listado de figuras

Figura 3.1. Ejemplo de una red DICOM	4
Figura 3.2. Ejemplo de una imagen de referencia con un corte proyectado	6
Figura 4.1. Esquema del programa	8
Figura 7.1. Lista de carga y selección de estudios	15
Figura 7.2. Vista de selección de series	16
Figura 7.3. Vista de manipulación de imágenes	17
Figura 7.4. Representación de los usuarios mediante esqueletos	18
Figura 7.5. Realimentación visual de selección	18
Figura 7.6. Comandos de selección	19
Figura 7.7. Todos los comandos	19
Figura 8.1. Lista de carga y selección de estudios	20
Figura 8.2. Ventana emergente de carga local	22
Figura 8.3. Ventana de configuración de la conexión con el servidor	22
Figura 8.4. Ventana de descarga de estudios del servidor	22
Figura 8.5. Progreso de fijado de un usuario	23
Figura 8.6. Lista de estudios cargados	24
Figura 8.7. Lista de series dentro del estudio seleccionado	25
Figura 8.8. Vista de manipulación de las imágenes de una serie	27
Figura 8.9. Modo de manipulación de ventana	27

Listado de tablas

Tabla 6.1. Lista de comandos de voz	13
---	----

1 Introducción

El mercado está lleno de programas para visualizar y manipular imágenes médicas en formato *DICOM*, tanto de carácter libre como de pago. Estos visores *DICOM* son adecuados para realizar estudios previos, pero durante las operaciones quirúrgicas requieren el uso de un teclado o un ratón que debe estar completamente esterilizado por la seguridad del paciente intervenido.

La esterilización del equipo (teclado, ratón) es una tarea costosa en tiempo y en dinero. Para evitarla, se plantea el control del visor *DICOM* mediante gestos y comandos de voz. Esta aproximación ya se había llevado a cabo, pero sólo como una capa intermedia entre los sensores y un programa ya existente. Es una buena idea pero tiene un problema base, y es que el programa original no se diseñó para ser controlado con gestos, así que su interfaz no está adaptada y su uso puede resultar poco cómodo.

El visor *DICOM* que he creado supone una alternativa a los previamente mencionados, estando desarrollado desde cero pensando en un control gestual y por voz. Estas circunstancias han tenido un gran impacto en el diseño del programa, como veremos más adelante.

2 Requisitos

Los requisitos del visor *DICOM* fueron seleccionados por el personal médico del Hospital y por el personal técnico informático. La lista de requisitos es la siguiente:

Carga y navegación

- Descargar imágenes en formato *DICOM* de un servidor *PACS* mediante el protocolo de comunicaciones *DICOM*.
- Cargar imágenes en formato *DICOM* desde una fuente de almacenamiento (disco duro, pendrive...).
- Agrupar las imágenes médicas que pertenecen a un mismo estudio.
- Navegar entre los estudios cargados.

Visualización de imágenes

- Visualizar imágenes en solitario o con una imagen de referencia.
- Ampliar imágenes.
- Rotar imágenes.
- Navegar entre las series con varias imágenes.
- Modificar los valores de Ventana.

Control

- Control por gestos.
- Control por voz.

3 Dicom

Generalmente una red *PACS* (*Picture Archiving and Communication System*) consiste en un servidor *PACS* central que almacena una base de datos con imágenes en formato *DICOM* y clientes que pueden recuperar y mostrar esas imágenes. Estos clientes se llaman visores *DICOM*. EL formato *DICOM* es un estándar sin alternativas existentes en el mercado [1].

3.1 Formato de imagen DICOM

Una imagen en formato *DICOM* incluye una cabecera llamada *Dataset*, que es un diccionario de tipo clave-valor con atributos referentes a esa imagen, como el nombre del paciente, su identificador único, la fecha en la que se hizo, etc. Después de la cabecera se encuentran los datos de los *píxeles* de la imagen, que pueden estar comprimidos (*JPEG*) o no.

Las imágenes *DICOM* representan el brillo y el contraste mediante el Centro de Ventana (*Window Center*) y el Ancho de Ventana (*Window Width*). El ancho de ventana (AV) es la diferencia de valor entre el píxel más brillante y el más oscuro que se muestran. El centro de ventana (CV) es el valor medio entre el píxel más brillante y el más oscuro. Los valores de centro y ancho de ventana vienen dados en la cabecera de cada imagen. Hay que aplicar la siguiente fórmula a cada *píxel* de una imagen [2].

- Si un valor es menor que $(CV - AV/2)$ se muestra negro.
- Si un valor es mayor que $(CV + AV/2)$ se muestra blanco.
- Si no, el valor se actualiza a $((valor - CV) / AV) * 255$

3.2 Protocolo de comunicaciones DICOM

El servidor y los clientes se comunican mediante el protocolo *DICOM*. Hay dos tipos de acciones en el protocolo de comunicaciones *DICOM*.

La primera acción permite almacenar en el servidor imágenes provenientes de los diferentes dispositivos del hospital que realizan los estudios radiográficos, utilizando la operación *C-Store*. La otra acción, *Query & Retrieve*, se utiliza para obtener las imágenes del servidor, necesita una sucesión de operaciones para realizarse (*C-Find*, *C-Move* y *C-Store SCP*).

Cada computadora involucrada en una red *PACS* se identifica mediante su dirección de red (*IP*), su puerto de comunicaciones y un nombre (llamado *AETitle*). Cada una de estas máquinas es un nodo *DICOM* (Figura 3.1) [3].

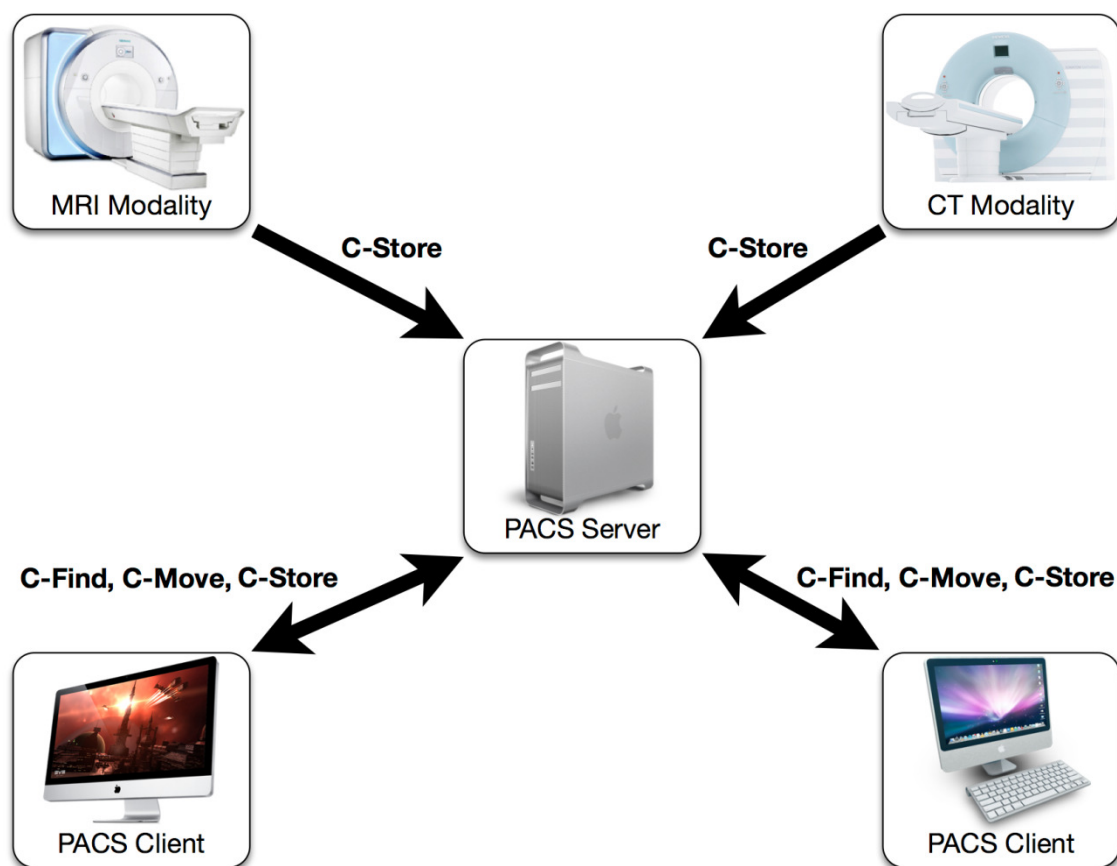


Figura 3.1 Ejemplo de una red DICOM

3.3 Operaciones DICOM

Las operaciones *DICOM* son llamadas oficialmente operaciones *DIMSE*. En las operaciones *DICOM* intervienen clientes y servidores.

SCU significa *Service Class User*, hace referencia al cliente. *SCP* significa *Service Class Provider* y hace referencia al servidor [4].

C-Store. Es la operación más básica, también se conoce como *DICOM Push*. Permite a un *SCU* enviar imágenes a un *SCP*.

C-Find. Es el primer paso en un servicio de *Query/Retrieve*. Es una operación parecida a una consulta *SQL*, donde en vez de enviar una consulta de texto, se envía un *dataset DICOM* llenando sólo los campos que se quiere buscar. El *SCP* responde todas las imágenes con *datasets* que correspondan.

C-Move. Esta operación pide a su destinatario que envíe un *C-Store* a otro nodo *DICOM* con las imágenes que seleccionadas en la petición (se obtienen del *C-Find*). Ese otro nodo *DICOM* puede estar en la misma máquina que realiza la operación *C-Move* (otro puerto).

Resumiendo, la forma de obtener imágenes de un servidor *DICOM* (*Query & Retrieve*) es:

- El cliente crea un proceso que se comporta como un servidor *C-Store*.
- El cliente envía un *C-Find* al servidor con la información del estudio.
- Si es el estudio que se busca, se envía un *C-Move*.
- En ese momento el servidor enviará las imágenes por medio de un *C-Store* al cliente.

3.4 Imágenes de referencia

Algunos estudios con series de varias imágenes incluyen imágenes de referencia para poder localizar cada una de ellas en el cuerpo del paciente (Figura 3.2).

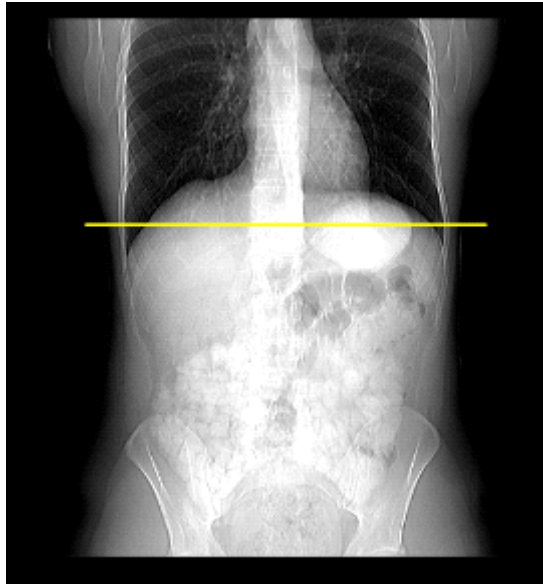


Figura 3.2 Ejemplo de una imagen de referencia con un corte proyectado

Estas imágenes de referencia tienen unos atributos especiales en la cabecera que permiten calcular el plano que definen en un espacio de coordenadas propio. Tenemos que proyectar las imágenes de la serie (cuyas coordenadas también están definidas en ese espacio) en el plano que forma la imagen de referencia. En la mayoría de los casos lo que vemos proyectado es una línea, ya que las imágenes de la serie suelen ser perpendiculares a la de referencia [5].

4 Desarrollo

4.1 Metodología de trabajo

Mi tiempo de desarrollo se ha dividido en varias tareas: recogida de requisitos, diseño de una solución, desarrollo de la solución y depuración. Han sido necesarias varias iteraciones, cada vez que los requisitos eran alterados.

4.2 Tecnologías utilizadas

Para el desarrollo de la aplicación se ha utilizado el lenguaje de programación *C#* en el entorno de desarrollo *Visual Studio 2012*, además de la herramienta *Blend for Visual Studio 2012*. El programa funciona sobre la plataforma *.NET* y el entorno de ventanas utilizado es *WPF (Windows Presentation Foundation)*.

Para acceder al sensor *Kinect for Windows* se ha utilizado el *SDK* oficial de *Microsoft* y para el reconocimiento por voz la *API Microsoft Speech Recognition*.

Para las tareas de *renderizado* y transmisión de imágenes *DICOM* se ha seleccionado la librería de código libre *Fo-Dicom*, que implementa todas las operaciones del protocolo *DICOM* y permite *renderizar* imágenes en formato *DICOM* incluso comprimidas.

4.3 Requisitos necesarios

Para utilizar Negatoscope es necesario:

- Sistema operativo *Windows 8, Windows 8.1*.
- Procesador de *64 bits*.
- *Bus USB 3.0* dedicado.
- *2GB* de *RAM*.
- Un sensor *Kinect for Windows v2*.

- *Microsoft .NET Platform 4.5.*
- *Microsoft Speech Redistributables.*
- *Kinect for Windows v2 Redistributables.*

4.4 Estructura del programa

A continuación se presenta la estructura de alto nivel del programa (Figura 4.1).

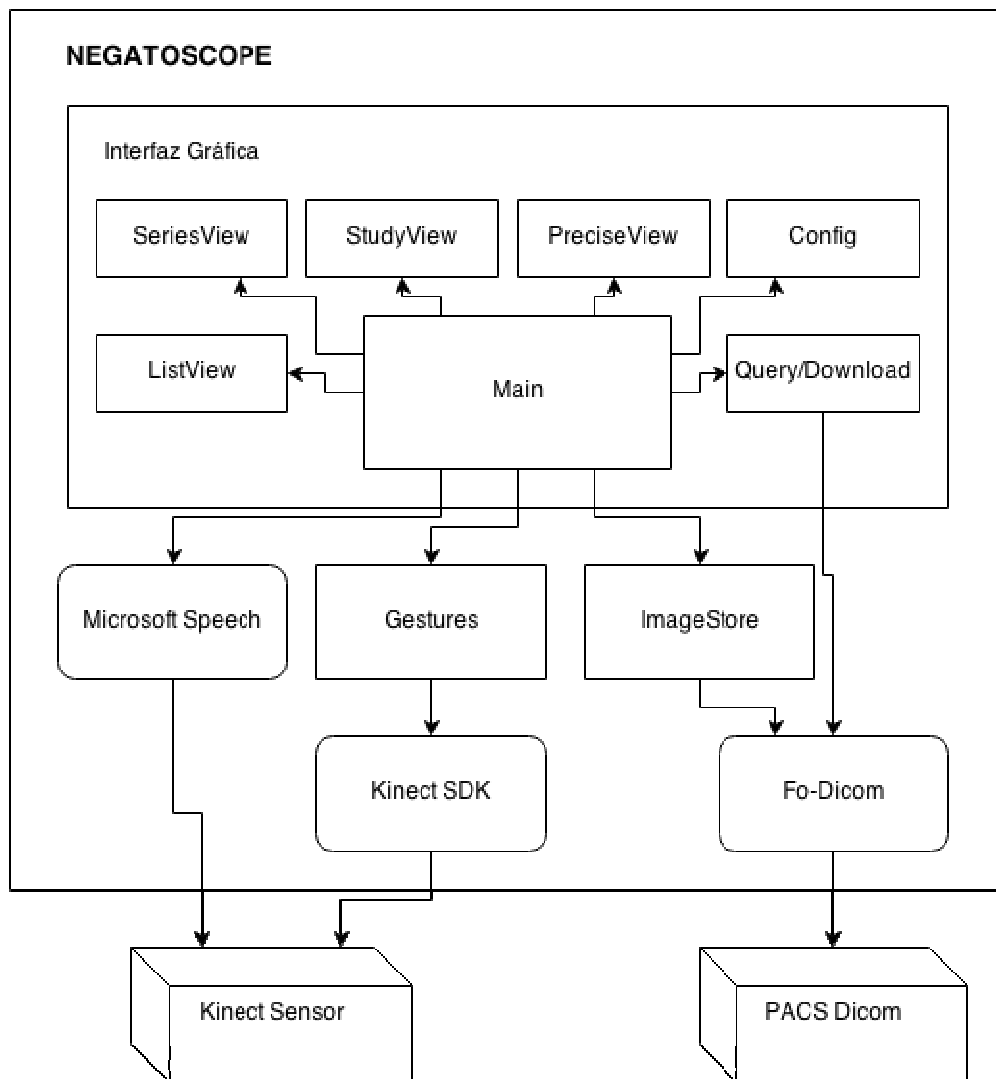


Figura 4.1 Esquema del programa

Speech. Los comandos de voz, almacenados en un fichero *XML* se transmiten directamente a la *API Microsoft Speech*. Con cada comando reconocido se lanza un evento.

Gestures. Recoge los datos del sensor *Kinect*, los analiza y genera eventos para cada acción reconocida.

ImageStore. Carga estudios a partir de sus direcciones en el equipo. En un primer momento sólo se procesa la primera imagen de cada serie para obtener la información necesaria que mostrar en las vistas de selección de serie y estudio. Cuando se elige una serie, *ImageStore* carga asíncronamente todas las imágenes que contenga para evitar tiempos de carga.

La ventana principal está formada por seis componentes:

- **ListView.** Vista de selección preliminar.
- **SeriesView** y **StudyView.** Vistas de selección de Estudios y Series.
- **PreciseView.** Vista de manipulación.
- **Config.** Carga y edita los datos de conexión con un servidor *PACS*.
- **Query/Download.** Permite buscar y descargar estudios Dicom del servidor *PACS* que se haya configurado.

Además de estos componentes, en la ventana principal se encuentran los elementos de realimentación visual.

5 Reconocimiento del movimiento

A continuación se detalla el componente *Hardware* utilizado y el proceso de análisis y selección de los gestos que controlan la aplicación.

5.1 Kinect

Kinect for Windows es una versión para desarrollo del controlador de videojuegos creado para la consola *XBOX*. Ahora se encuentra en su versión 2.0 y es capaz de reconocer hasta seis personas simultáneamente detectando la mayoría de sus articulaciones y situándolas en el espacio 3D. También distingue si sus manos están cerradas o abiertas.

5.2 Gestos

La elección de los gestos para controlar la aplicación es una parte muy sensible, ya que en general, los usuarios no están acostumbrados a usar control por movimiento. Los gestos seleccionados deben ser orgánicos e intuitivos.

La cuestión más relevante a la hora de pensar en las interfaces con control gestual es la dificultad de saber cuándo el usuario quiere que sus movimientos sean procesados. Por ejemplo, los dispositivos con control táctil sólo responden si los tocas, pero en el caso del reconocimiento del movimiento simplemente no puedes dejar de moverte, o desaparecer.

Fijación de usuario

Para empezar, puede haber varias personas simultáneamente en un quirófano, y es altamente probable que alguien haga involuntariamente un gesto que el

visor reconozca y efectuar alguna acción sin desearlo. Sólo tenemos que procesar los gestos de un usuario. Este proceso se llama fijación de usuario.

Gesto de fijación de Usuario

Se debe levantar la mano a la altura de la cabeza mirando a la cámara durante un segundo. La mano que se levante será tomada como la mano principal, y la otra como la mano secundaria. (Usaremos estos términos para referirnos a las manos.)

Por ejemplo. Si es diestro saludará con la mano derecha y si es zurdo, o simplemente quiere controlar la aplicación con la mano izquierda, saludará con la mano izquierda.

Para dejar de controlar la aplicación (soltar) debe levantar la mano secundaria a la altura de la cabeza durante un segundo, de nuevo verá una barra de progreso.

Por ejemplo. Si fijo con la mano derecha, suelto con la izquierda y si fijo con la izquierda suelto con la derecha.

Navegación

Para las tareas de navegación se observó a posibles usuarios intentar desplazar una lista con gestos. Eran recurrentes una serie de patrones de movimiento que recordaban a las interacciones propias de los dispositivos táctiles. La mayoría desplazaba el brazo de izquierda a derecha y de derecha a izquierda a diferentes alturas, pero con la mano siempre por encima del codo. Así que para el gesto de navegación se mide cuánto se desplaza la mano principal cuando está por encima del codo.

Gesto de Navegación

Moviendo la mano principal levantada (por encima del codo), y con la mano secundaria suelta. Las manos pueden estar cerradas o abiertas.

Estados de las manos

El último concepto hace uso de la capacidad de *Kinect* para detectar dos estados para cada mano (cerrada o abierta).

Gestos de selección y volver

La selección se hace cerrando el puño de la mano derecha levantada durante un segundo, con la mano izquierda suelta. La acción de volver se efectúa igual pero con la mano izquierda levantada y la derecha suelta.

Gesto de manipulación

Con las dos manos levantadas y los puños cerrados se puede ampliar y mover la imagen por la pantalla.

6 Control por voz

El control por voz en *Negatoscope* es una alternativa al control gestual. Requiere menos esfuerzo aunque perdemos precisión en algunas operaciones, como la ampliación. Además la calidad de recepción del microfono puede verse comprometida en entornos con mucho ruido.

Se ha integrado la *API Microsoft Speech Platform* con el micrófono de *Kinect*. Los comandos se almacenan en un fichero *XML* y un se lanza un evento cada vez que se reconoce alguna palabra.

El micrófono está siempre activo, así que para evitar reconocer comandos fuera de contexto sólo los procesamos si hay un usuario fijado.

6.1 Elección de comandos de voz

Tras varias iteraciones seleccionando los mejores comandos en cuanto a la relación entre su capacidad de transmitir el concepto y la facilidad de la máquina para reconocerlos, he acabado con la siguiente lista:

Comando	Acción
Seleccionar	Selecciona un estudio o una serie
Volver	Vuelve a la vista anterior
Siguiente	En la vista de estudios y de series mueve la lista a la siguiente. En la vista de manipulación avanza el visor en el caso de las series con varios cortes.

Anterior	En la vista de estudios y de series mueve la lista a la anterior. En la vista de manipulación retrasa el visor en el caso de las series con varios cortes.
Ampliar	Amplía la imagen
Reducir	Reduce la imagen
Rotar derecha	Rota la imagen a la derecha
Rotar izquierda	Rota la imagen a la izquierda
Ventana	Permite modificar los valores de centro de ventana y ancho de ventana de la imagen
Más/Menos Centro	Aumenta o disminuye el valor del Centro de Ventana
Más/Menos Ancho	Aumenta o disminuye el valor del Ancho de Ventana
Mostrar Comandos / Ocultar Comandos	Muestra u oculta una lista con todos los comandos disponibles

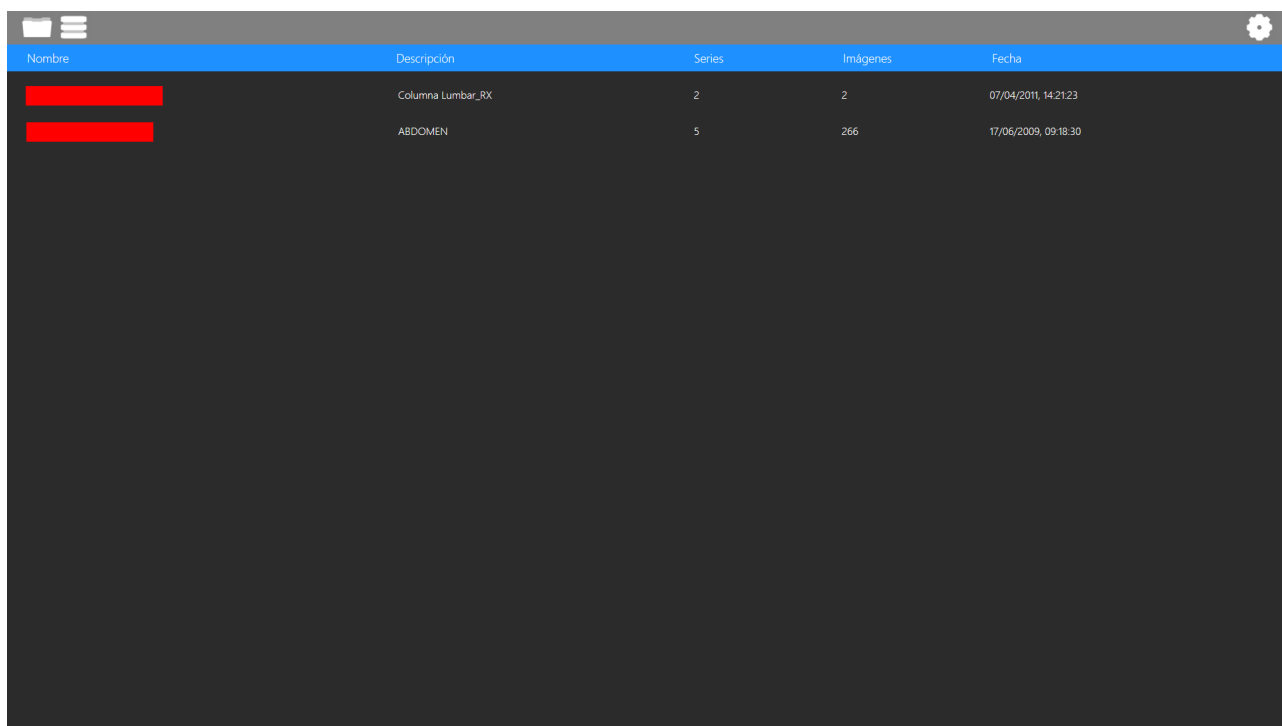
Tabla 6.1. Lista de comandos de voz

7 Interfaz Gráfica

Uno de los aspectos que considero más importantes para hacer que los usuarios se sientan cómodos usando una aplicación es el aspecto visual. Lo que ven les tiene que resultar familiar y no deben esforzarse para entender cuál es el papel de cada componente [6].

7.1 Diseño

La aplicación está dividida en tres vistas. En la primera hay una lista para preseleccionar estudios (figura 7.1). Es una lista simple con la información relevante de cada estudio, y botones con acceso a ventanas emergentes para cargar estudios desde el propio equipo o desde el servidor.



Nombre	Descripción	Series	Imágenes	Fecha
	Columna Lumbar_RX	2	2	07/04/2011, 14:21:23
	ABDOMEN	5	266	17/06/2009, 09:18:30

Figura 7.1 Lista de carga y selección de estudios

La segunda vista presenta los estudios seleccionados previamente y las series dentro de estos estudios. En esta vista empieza el control gestual y por voz. Para que resultase visualmente familiar y se integrase comodamente con los gestos he utilizado una técnica conocida como Skeumorfismo, que consiste en imitar elementos reales. Éste es el origen del nombre en clave de la aplicación, *Negatoscope*, que significa negatoscopio, la superficie iluminada que se usa para observar en detalle las radiografías impresas [7].

Así pues se muestran los estudios y luego las series como si fuesen radiografías impresas sobre un negatoscopio. En la parte superior se muestra el nombre del paciente y la fecha del estudio (figura 7.2).

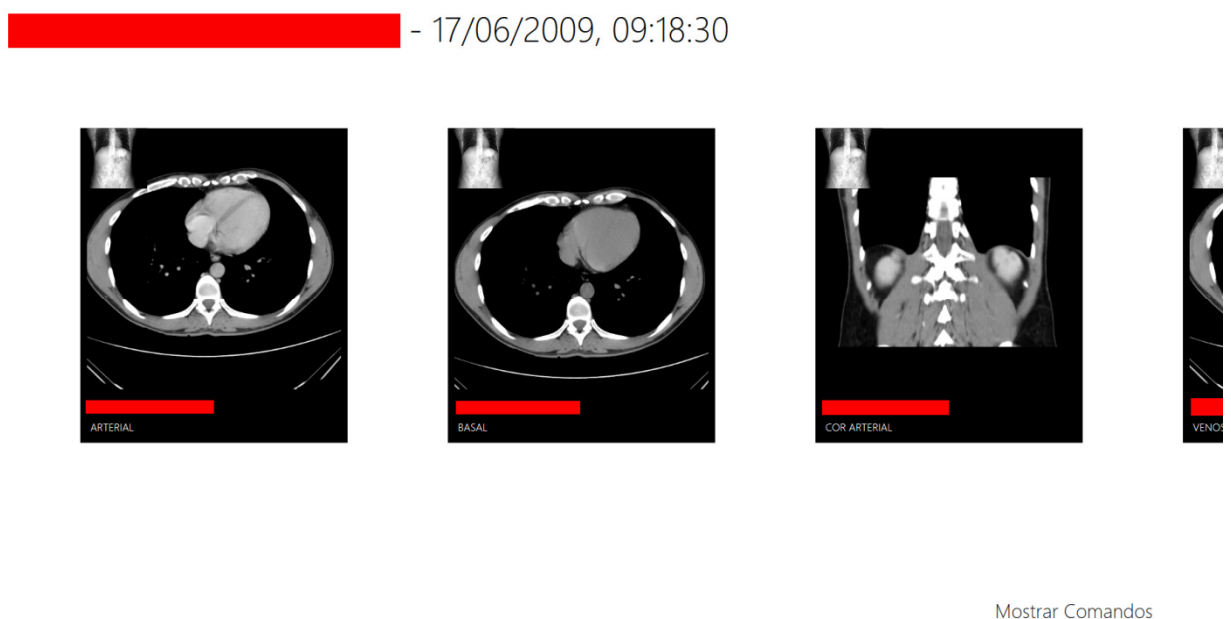


Figura 7.2 Vista de selección de series

La última es la vista de manipulación (figura 7.3), se muestra una sola imagen sobre fondo negro con toda la pantalla despejada. En el caso de las series que tienen imágenes de referencia se coloca ésta en la esquina superior izquierda. Se muestra además la información relevante en la parte inferior.



Figura 7.3 Vista de manipulación de imágenes

7.2 Realimentación visual

Tener componentes de realimentación visual en una aplicación de estas características es necesario, el usuario debe saber en todo momento que sus gestos están siendo procesados por la máquina. Para ello se muestran en la parte inferior derecha todos los cuerpos reconocidos por el sensor (figura 7.4). Si un usuario ha sido fijado, su representación esquelética será de color azul, y si no, de color gris.

Para facilitar el uso del gesto de seleccionar he añadido otro componente de realimentación visual. Dicho gesto consiste en mantener el puño cerrado durante un segundo.

Para que el usuario sepa que hay una acción en progreso se muestra un círculo verde que va ampliando su radio hasta llenar un círculo blanco que se encuentra debajo, cuando se llena por completo el gesto está completo (figura 7.5).

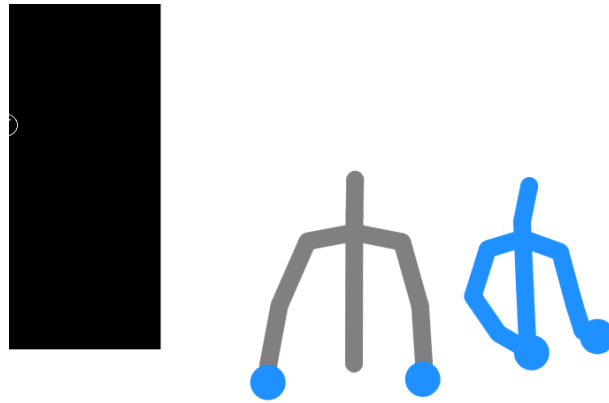


Figura 7.4 Representación de los usuarios mediante esqueletos



Figura 7.5 Realimentación visual de selección

Con el gesto de volver hacemos lo mismo pero con un círculo de color rojo que representa el acto de cancelar o volver.

Por último, como hemos visto en el apartado de comandos de voz, uno de los comandos está destinado a mostrar una lista con todos los disponibles en ese momento (figuras 7.6 y 7.7).

ESTUDIOS



Figura 7.6 Comandos de selección

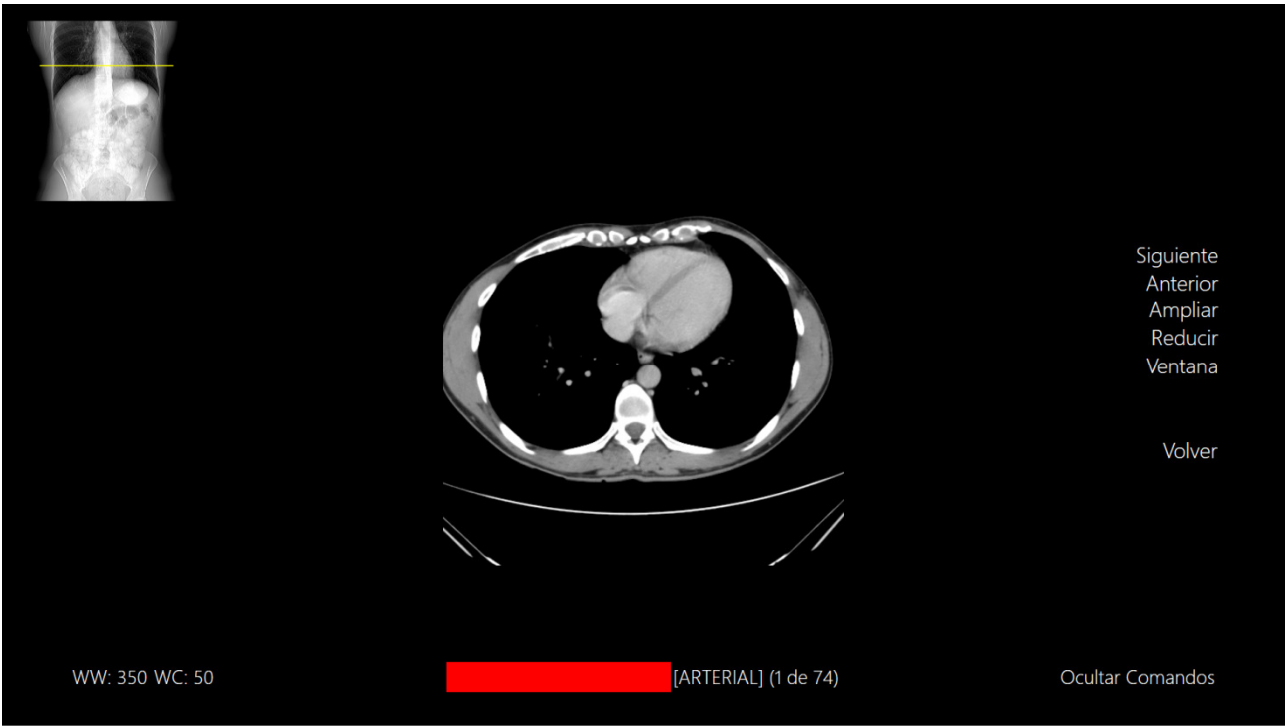


Figura 7.7 Todos los comandos

8 Funcionamiento del programa

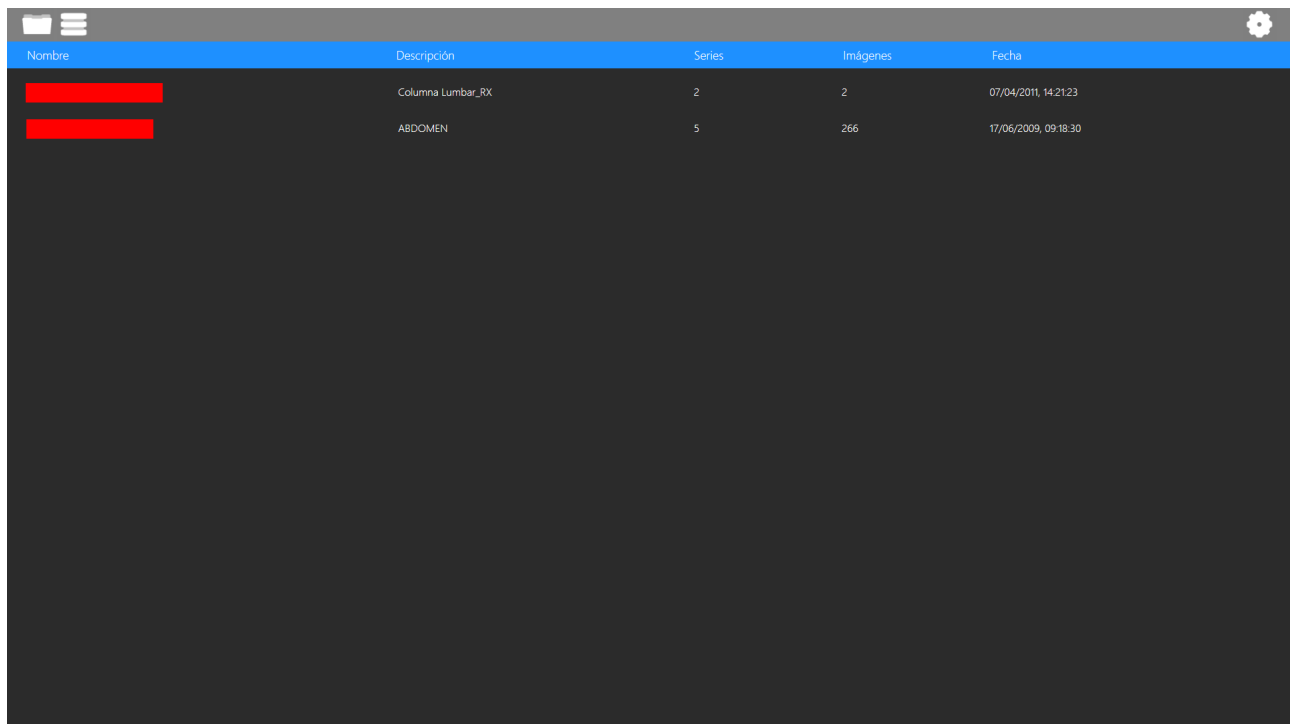
Las fases de control del programa son:

1. Selección preliminar de uno o varios estudios.
2. Selección de un estudio.
3. Selección de una serie.
4. Manipulación de las imágenes de una serie.

8.1 Selección preliminar de estudios

Ésta es la primera vista de la aplicación, en ella se realiza la carga de los estudios que pueden ser seleccionados desde un explorador de carpetas, ser arrastrados hasta la ventana de la aplicación o descargados desde un servidor.

Esta selección previa se debe hacer **antes de la operación** ya que requiere el uso del ratón y del teclado. Una vez cargados se pueden seleccionar tantos estudios como se quiera con el ratón.



Nombre	Descripción	Series	Imágenes	Fecha
	Columna Lumbar_RX	2	2	07/04/2011, 14:21:23
	ABDOMEN	5	266	17/06/2009, 09:18:30

Figura 8.1 Lista de carga y selección de estudios

Pulsando **ENTER** pasaremos todos los estudios seleccionados a la siguiente vista. A partir de aquí toda la interacción se hará mediante gestos o comandos de voz.

Carga local

Por defecto en la lista aparecen los estudios que se han descargado previamente. Si se desea cargar estudios almacenados en otras carpetas del equipo debemos pulsar el botón con el icono de la carpeta (figura 8.2).

Configuración del servidor

A la configuración del servidor se accede mediante el botón.



Aquí se debe rellenar toda la información necesaria para una transmisión mediante el protocolo *DICOM* (figura 8.3).

Descarga de estudios desde el servidor

Para descargar nuevos estudios del servidor pulsaremos este icono (que representa un servidor):



Y abrirá una ventana emergente desde la que podemos hacer una búsqueda por nombre y descargar los estudios que seleccionemos (figura 8.4).

The image shows a 'Select folder' dialog box on the left and a configuration form on the right.

Select folder dialog: The title bar says 'Select folder'. It has a list of folders on the left: CA, DA, EA, FA. At the bottom are 'Ok' and 'Cancel' buttons.

Configuration form: It has four input fields with labels to their left:

- IP:** An empty text box.
- Puerto:** An empty text box.
- Calling AE:** An empty text box.
- Called AE:** An empty text box.

 Below these fields are two buttons: 'Guardar' (Save) and 'Test'.

Figura 8.2 Ventana emergente de carga local

Figura 8.3 Configuración de la conexión con el servidor

The image shows a window for downloading studies to the server. It has a search bar at the top with a 'Buscar' (Search) button. Below it is a table with three columns: 'Nombre' (Name), 'Fecha' (Date), and 'UID'. The table is currently empty. At the bottom of the window is a 'Descargar' (Download) button.

Nombre	Fecha	UID
--------	-------	-----

Figura 8.4 Ventana de descarga de estudios al servidor

8.2 Fijación de usuario

Para determinar qué usuario controla la aplicación (el sensor detecta a todos los que se encuentren delante de la cámara) éste tiene que indicar al sensor que quiere hacerlo.

Para fijarse debe levantar la mano a la altura de la cabeza mirando a la cámara durante un segundo, verá una barra de progreso durante este tiempo (figura 8.5).

Una vez fijado, su esqueleto será de color azul y sus movimientos serán rastreados.

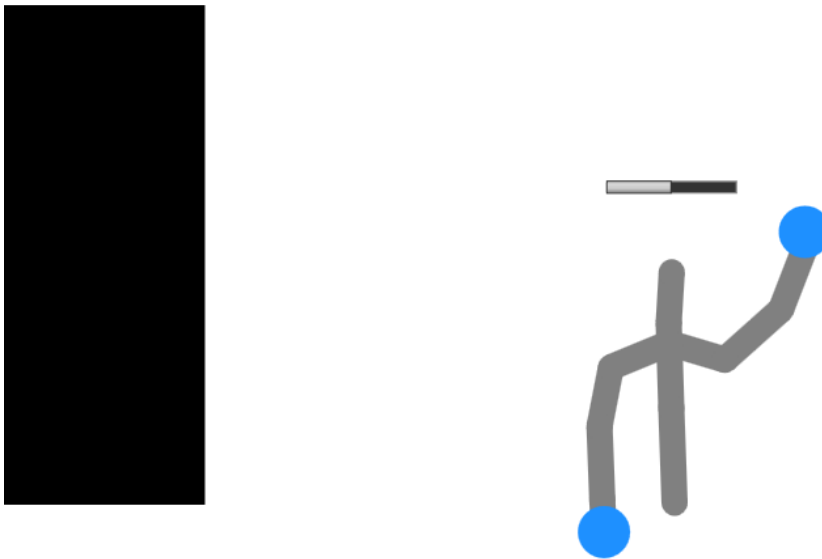


Figura 8.5 Progreso de fijado de un usuario

8.3 Selección de estudio y serie

Podemos navegar por los estudios cargados con el **gesto de navegación** y seleccionar uno con el **gesto de seleccionar** o con los **comandos de voz** (figura 8.6).

Al seleccionar un estudio pasaremos a seleccionar una serie dentro de ese estudio (figura 8.7), además podemos seleccionar una imagen de referencia en caso de que se disponga.

Además de los gestos de navegación y selección, aquí podemos volver a la selección de estudios con el **gesto de volver**.

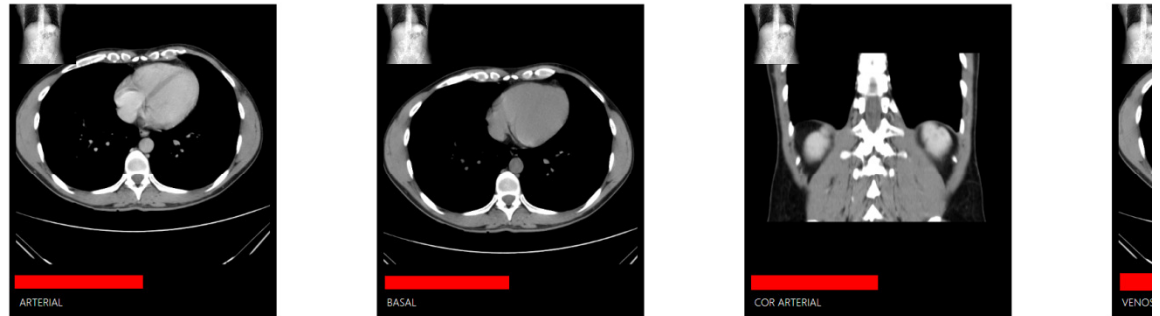
ESTUDIOS



Seleccionar
Siguiente
Anterior

Ocultar Comandos

Figura 8.6 Lista de estudios cargados



Mostrar Comandos

Figura 8.7 Lista de series dentro del estudio seleccionado

8.4 Manipulación

Una vez seleccionada una serie se puede acceder a todas las imágenes que contenga. Con el **gesto de manipulación** podemos ampliar y mover la imagen, con el de **selección** (aquí más sensible) podemos movernos a través de las series con varias imágenes (escáneres) y con el **gesto de volver** podemos retroceder a la vista de selección de series. Igualmente podemos usar los **comandos de voz** (figura 8.8).

Con el comando de voz **“Ventana”** podemos pasar a modificar los valores del centro y ancho de ventana de la imagen. Utilizaremos el **gesto manipulación**, ampliando y reduciendo cambiamos el ancho de ventana y moviendo las manos a izquierda y derecha cambiamos el centro de ventana. Con el **gesto o el comando de volver** retornamos a la manipulación simple (figura 8.9).

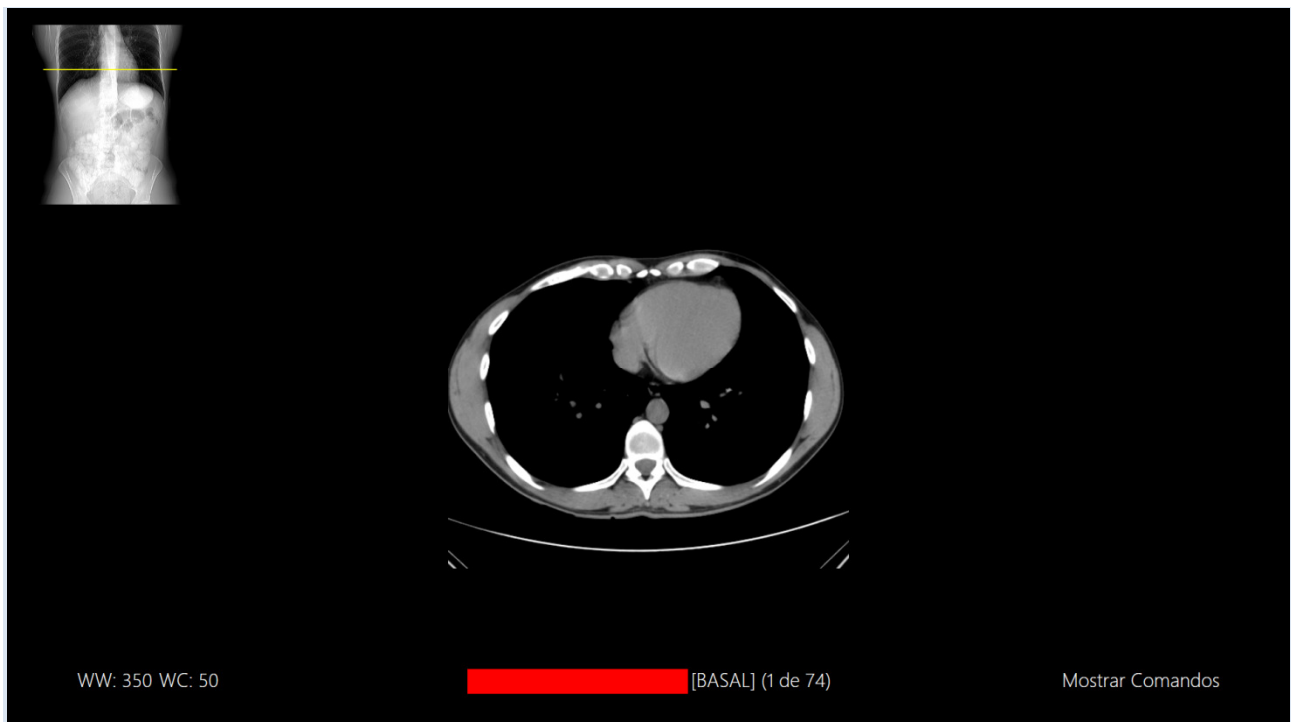


Figura 8.8 Vista de manipulación de las imágenes de una serie

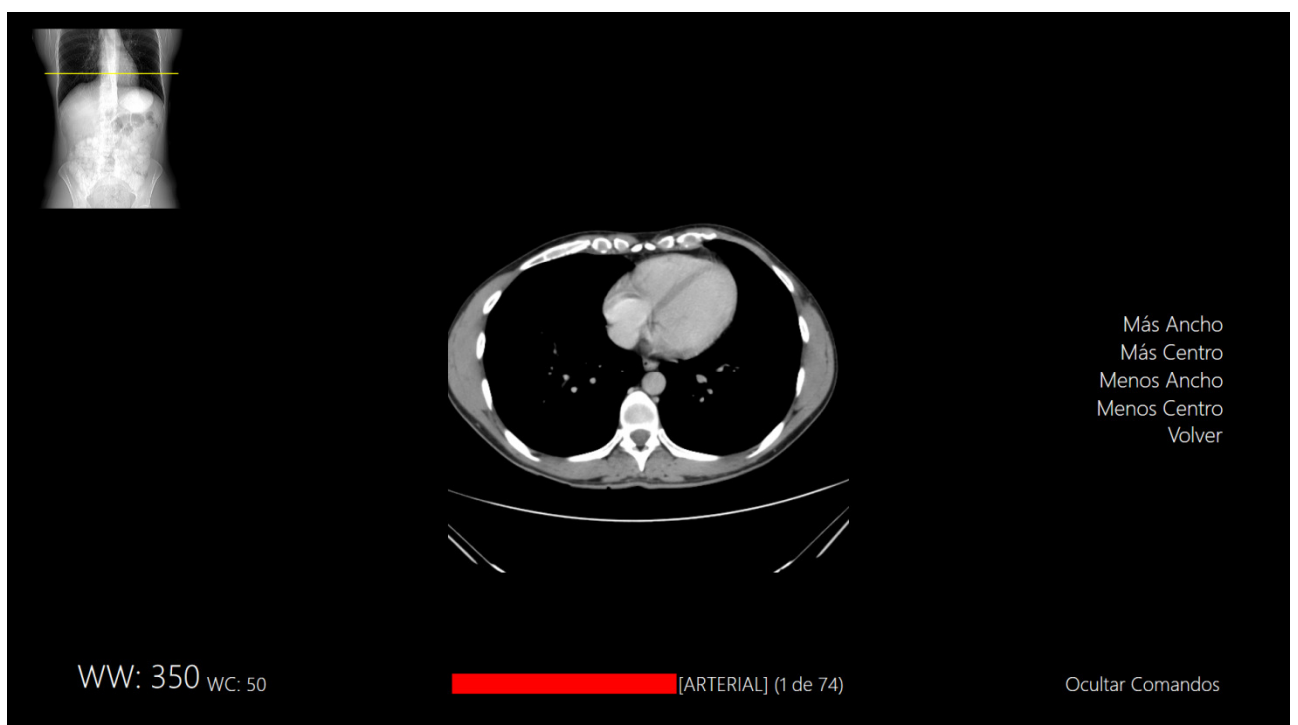


Figura 8.9 Modo de manipulación de ventana

9 Conclusiones y Trabajo futuro

Como resultado de este proyecto se ha desarrollado un sistema capaz de descargar imágenes médicas utilizando el formato estándar DICOM y visualizarlas haciendo uso unicamente de gestos y comandos de voz, ayudado por una interfaz visual atractiva y sencilla.

A nivel personal he desarrollado muchas ideas relativas a cómo hacer posible un control gestual realmente usable, que suponga alguna ventaja con respecto a otros tipos de interacción tradicional.

Además he aprendido a desarrollar sobre la plataforma *.NET*, a usar el *IDE Visual Studio* y la herramienta *Blend*, que son unas de las más usadas en el mundo profesional.

También he adquirido bastante conocimiento sobre el protocolo *DICOM*, que aunque se usa sólo en ambientes muy específicos, es un estándar y monopoliza el intercambio y almacenamiento de imágenes médicas.

Este proyecto va a implantarse en la Mutua de Accidentes de Zaragoza en los próximos meses y nos proponemos proyectarlo al mercado internacional.

Bibliografía

[1] Descripción del protocolo *DICOM*. Disponible en:

<http://en.wikipedia.org/wiki/DICOM>

[2] Proyecto libre que describe las operaciones de manipulación de ventana.

Disponible en: <http://www.codeproject.com/Articles/36014/DICOM-Image-Viewer>

[3] Información sobre redes *PACS* en general y *DICOM* en particular. Disponible

en: <http://www.osirix-viewer.com/PACS.html>

[4] Blog de un experto sobre las operaciones de comunicación y renderizado de imágenes *DICOM*. Disponible en: <http://dicomiseasy.blogspot.com.es/>

[5] Explicación del funcionamiento de las imágenes de referencia. Disponible

en: <http://www.dclunie.com/medical-image-faq/html>

[6] Kinect for Windows Human Interface Guidelines. Disponible en:

<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj663791.aspx>

[7] Información sobre el Skeumorfismo. Disponible en:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Skeuomorph>