

Anexos

I. Lenguajes de programación empleados

Mostramos en la tabla 13 un resumen de los lenguajes de programación empleados y cuyas APIs hemos consultado a la hora de desarrollar el código de las diferentes partes del proyecto.

| Elemento de programación | Lenguajes empleados | | | | |
|------------------------------|---------------------|-------|----------------|----------------|------|
| | C# | Batch | Arduino (~C++) | Comandos Linux | XAML |
| Desarrollo de contenido | x | x | | x | |
| Software conectividad Wii | x | x | x | | |
| Software conectividad Kinect | x | | | | x |
| Control del sistema Windows | x | x | | | |

Tabla 13. Resumen de lenguajes empleados.

II. Softwares empleados

Incluimos una lista de softwares empleados cuyos manuales GUI, SDKs, y APIs, han sido consultados:

- Unity 5.6.1
- MonoDevelop 5.9.6
- win32 disk imager
- Amazon FTV
- Bluesoleil
- Wiimote,
- Arduino
- MultimonitorTool
- EAGLE AutoDesk
- AutoCAD AutoDesk
- Microsoft Excel 2010
- Visual Studio 2017
- Termux 0.52 (Android)
- File-manager 2.6.5

III. Conceptos y vocabulario

Resolución

La resolución es el detalle que tiene una imagen en su formato original o el detalle con el que es capaz de mostrarla un determinado dispositivo. Este concepto va generalmente expresado en número de píxeles de ancho y alto.

Podemos hablar de dos tipos de resoluciones:

La resolución de un contenido se refiere a la agudeza y claridad de este, el número de píxeles que muestran información. Cuanto mayor es el número, mejor es la definición y el detalle con el que se ve una imagen.

La resolución de pantalla es el número de píxeles que puede ser mostrado en la pantalla. Viene dada por el producto del ancho por el alto, medidos ambos en píxeles. Podemos hablar de dos tipos de resoluciones de pantalla:

Resolución absoluta: la anchura y altura de la ventana del monitor, medido generalmente en pulgadas. Depende del monitor.

Resolución o tamaño relativo: viene determinada por el número de píxeles que se muestran en la ventana del monitor. Depende de la tarjeta gráfica y el contenido.

IV. Hardware de muestra de contenido audiovisual

Gafas de realidad virtual

Como podemos ver en la figura 25, un casco o unas gafas de realidad virtual (HMD), es un dispositivo que una persona se coloca en la cabeza y que permite mostrar contenido audiovisual en una pantalla muy cerca de los ojos o proyectando directamente el contenido en la retina. El tipo de gafas que tiene una pantalla, puede ser bien una pantalla integrada en el propio dispositivo o bien un soporte en el que poner un teléfono inteligente (*Smartphone*) y ser esta la pantalla que ve el usuario.



Figura 25. Hardware de proyección: Casco o gafas de realidad virtual.

Este dispositivo, dependiendo de la marca y modelo, cuenta con una serie de sensores y periféricos integrados. Uno de los más comunes es el giroscopio el cual se emplea para mostrarle al usuario un espacio de visualización de 360° siguiendo los movimientos de la cabeza, simulando la realidad. Además, en función de la tecnología empleada, permite incluir en el sistema diferentes mandos y accesorios adaptados al contenido para emplear las gafas como sistema de realidad mixta.

Podemos encontrar modelos que consisten en soportes de *Smartphone* que cuestan entre 5 y 200€ y que algunos incluyen periféricos como altavoces; por otro lado las gafas con pantalla incluida oscilan entre cientos de euros hasta varios miles dependiendo de las prestaciones y periféricos.

Como desventaja principal estos equipos presentan menos realimentación física, es decir, un usuario puede emplear mandos para moverse a través del espacio del contenido y ver a otros posibles usuarios, modelos que los representen, dentro del espacio audiovisual e interactuar con ellos, sin embargo no los podrían ver y tocar de forma real. No olvidemos que el objetivo es crear un sistema de virtualización sin perder la sensación de realidad.

Pantallas

Se planteó la opción de emplear pantallas en lugar que superficies de proyección, como ventaja principal, están diseñadas como un dispositivo que el usuario pueda ver desde una distancia cercana, por ejemplo, un monitor de ordenador suele estar a unos cuarenta centímetros, por lo que cubrir la necesidad de conseguir un tamaño de pixel mejor que en el de la sala 1 sería una tarea más sencilla.

Como principal desventaja es que no se comercializan pantallas de tales dimensiones, actualmente se comercializan pantallas de hasta 90", y nuestra referencia parte de 131, por lo que una única pantalla de esas dimensiones no cubre nuestras necesidades además de requerir una inversión de varias decenas de miles de euros.

En caso de diseñar un VideoWall para cubrir las dimensiones de partida, no se han encontrado pantallas de gran tamaño con la relación de aspecto acorde puesto que el mercado ha evolucionado hacia un estilo de pantallas más panorámico centrándose en relaciones de aspecto 16:9 o 16:10. Sin embargo se puede generar una superficie de la misma altura y con una anchura mayor empleando, por ejemplo, cuatro pantallas de 75" con una resolución 16:9 generando una superficie de casi dos metros de alto y más de tres metros y medio de ancho con un tamaño de pixel de 0.8mm. Cada una de estas unidades costaría entre dos y tres mil euros.

V. Detalles de hardware de interacción

Mesas o torres interactivas

Las mesas interactivas son unos dispositivos audiovisuales interactivos que tienen un sensor táctil sobre una pantalla en la que muestran un contenido y con el que se puede interactuar. Los sensores de estos equipos pueden ser pantallas táctiles o marcos infrarrojos. Podemos ver algunos ejemplos en la figura 26.

Las características y precio de estos dispositivos dependen de su tamaño y las prestaciones que tengan los sensores. En este caso en concreto es relevante tener en cuenta el número simultáneo de usuarios que podrían interactuar.



Figura 26. Hardware interactivo: torres o mesas interactivas.

Las mesas interactivas tienen la gran ventaja de ser una herramienta con la que muchos usuarios están familiarizados, al fin y al cabo es una pantalla táctil de gran escala. Para nuestra aplicación se podría adquirir una mesa interactiva de pequeñas dimensiones con un coste aproximado de 500€.

La gran desventaja de esta interacción en este proyecto es que las propias pantallas están pensadas tanto para muestra del contenido como para interacción, por lo que el hardware de proyección recibiría menor importancia la instalación se alejaría del símil real que se intenta desarrollar.

Requisitos mínimos del hardware de Kinect

Mostramos en la tabla 14 los requisitos hardware y software mínimos especificados por el fabricante.

| <u>Requisitos hardware mínimos</u> | <u>Requisitos software mínimos</u> |
|---|---|
| Procesador de 32 bits (x86) o 64bits (x64) | Windows 7 o superior |
| Procesador de doble núcleo a 2.66GHz o superior | Microsoft Visual Studio 2010 Express o superior |
| Bus USB 2.0 dedicado | .NET Framework 4.0 |
| 2GB de memoria RAM | Microsoft Speech Platform SDK v11 |
| Alimentación de 120.220V a 50-60Hz | |

Tabla 14. Requisitos mínimos hardware y software de la Kinect

VI. Detalles del software de interacción

En este anexo detallamos las herramientas software empleadas para integrar el mando de la Wii como método de interacción. El desarrollo de este sistema se realizó después de la asignatura de la titulación pero antes del desarrollo del proyecto. Las herramientas software empleadas son las siguientes:

- Bluesoleil. Herramienta software encargada de gestionar la comunicación bluetooth entre el mando de la Wii y el ordenador.
- WiinRemote. Herramienta software encargada de gestionar los eventos de los botones del mando asignables a teclas y el control del ratón del PC mediante tres distintos métodos, referencia IR, acelerómetro del mando y joystick acoplable.
- Arduino. Hardware y software encargado de gestionar los emisores infrarrojos de referencia para el mando, mantenía encendidos aquellos relativos a la pantalla donde interactuaban los usuarios.
- MultimonitorTool. Herramienta software que permite, mediante comandos y programas en lenguaje batch configurar las propiedades de las pantallas de un ordenador así como la localización de las ventanas de los programas en ejecución.

El software WiinRemote permite el manejo del ratón empleando referencias IR, sin embargo establece como punto central el centro de la pantalla que el PC tenga establecida como principal. Al interactuar con otras pantallas conmutando los emisores IR, la referencia podría no estar en la pantalla principal, sin embargo siempre se interactuaba con esta. Para solucionar este problema mediante automatismos que el usuario no detectara, empleamos el software de control de pantallas (MultimonitorTool) para configurar como pantalla principal la correspondiente a los emisores IR activos en cada momento del juego.

VII. Resoluciones estándar

La tabla 15 muestra definiciones de relaciones de aspecto y resoluciones estándar.

| Resoluciones/ Relaciones de aspecto | 4:3 | 16:9 | 16:10 | 3:2 | 5:3 | 5:4 |
|--|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| CGA | | | 320x200 | | | |
| QVGA | 320x240 | | | | | |
| VGA | 640x480 | | | | | |
| NTSC | | | | 720x480 | | |
| WVGA | | 854x450 | | | | |
| WVGA | | | | | 800x480 | |
| PAL | 768x576 | | | | | |
| SVGA | 800x600 | | | | | |
| XGA | 1024x768 | | | | | |
| N/A | | | | 1152x768 | | |
| HD 720 | | 1280x720 | | | | |
| WXGA | | | 1280x800 | | | |
| WXGA | | | | | 1280x768 | |
| SXGA | | | | | | 1280x1024 |
| N/A | | 1366x768 | | | | |
| N/A | | | | 1440x960 | | |
| SXGA+ | 1400x1050 | | | | | |
| WSXGA | | | 1680x1050 | | | |
| UXGA (2MP) | 1600x1200 | | | | | |
| HD1080 | | 1920x1080 | | | | |
| WUXGA | | | 1920x1200 | | | |
| QXGA (3MP) | 2048x1536 | | | | | |
| WQXGA | | | 2560x1600 | | | |
| QSXGA (5MP) | | | | | | 2560x2048 |
| UHD | | 3840x2160 | | | | |

Tabla 15. Resoluciones y relaciones de aspecto estándar. [16]

VIII. Herramientas de cálculo

Se han desarrollado en Excel una serie de herramientas para facilitar el cálculo y la rapidez de este a la hora de manejar las características de los proyectores. Mostramos en las tablas 16 un ejemplo de las diferentes herramientas desarrolladas.

Cálculo de distancia de visión y tamaño de pixel

En la tabla NNNNN mostramos una captura de la herramienta empleada para el cálculo de distancias mínima de visión y tamaño de pixel apreciable a dicha distancia.

| | | |
|---------------|----------------------|-----------|
| Distancia (m) | Tamaño de pixel (mm) | cte |
| 8,00 | 11,64 | 1,454E-03 |
| Distancia (m) | Tamaño de pixel (mm) | cte |
| 1,27 | 1,85 | 6,875E+02 |

Tabla 16. Herramienta para el cálculo de distancias de visión y tamaño de pixel.

Cálculo de características de una pantalla

En la tabla 17, mostramos una captura de la herramienta empleada para el cálculo y manejo de las relaciones de aspecto, resoluciones y prestaciones de un proyector y la superficie de proyección deseada.

| | Relación Nativa | | | | ppi/ppp | Tamaño de pixel (mm) | Cambio a 16:10 | | | Cambio a 16:9 | | |
|---------------------|-----------------|----------|----------|-------|---------|----------------------|----------------|----------|----------|---------------|----------|----------|
| | Horizontal | Vertical | Diagonal | | | | Horizontal | Vertical | Diagonal | Horizontal | Vertical | Diagonal |
| 4/3 | | | | | | | | | | | | |
| resolucion(pixeles) | 1600 | 1200 | 2000 | | | 1600 | 1000 | 1887 | 1600 | 900 | 1836 | |
| Longitud (cm) | 266,00 | 199,50 | 332,50 | 15,3 | 1,66 | 266 | 166 | 313,68 | 266 | 150 | 305,19 | |
| Longitud(") | 104,72 | 78,54 | 130,91 | | | 105 | 65 | 123,50 | 105 | 59 | 120,16 | |
| resolucion(pixeles) | 1440 | 1080 | 1800 | | | 1440 | 900 | 1698 | 1440 | 810 | 1652 | |
| Longitud (cm) | 266,67 | 200,00 | 333,33 | 13,7 | 1,85 | 267 | 167 | 314,47 | 267 | 150 | 305,96 | |
| Longitud(") | 104,99 | 78,74 | 131,23 | | | 105 | 66 | 123,81 | 105 | 59 | 120,46 | |
| resolucion(pixeles) | 1024 | 768,00 | 1280 | | | 1024 | 640 | 1208 | 1024 | 576 | 1175 | |
| Longitud (cm) | 266,40 | 199,80 | 333 | 9,8 | 2,60 | 266 | 167 | 314,15 | 266 | 150 | 305,65 | |
| Longitud(") | 104,88 | 78,66 | 131,10 | | | 105 | 66 | 123,68 | 105 | 59 | 120,34 | |
| resolucion(pixeles) | 1024 | 768 | 1280 | | | 1024 | 640 | 1208 | 1024 | 576 | 1175 | |
| Longitud (cm) | 266,70 | 200,03 | 333,38 | 9,8 | 2,60 | 267 | 167 | 314,51 | 267 | 150 | 306,00 | |
| Longitud(") | 105,00 | 78,75 | 131,25 | | | 105 | 66 | 123,82 | 105 | 59 | 120,47 | |
| resolucion(pixeles) | 1024 | 768 | 1280 | | | 1024 | 640 | 1208 | 1024 | 576 | 1175 | |
| Longitud (cm) | 265,85 | 199,39 | 332,32 | 9,8 | 2,60 | 266 | 166 | 313,51 | 266 | 150 | 305,03 | |
| Longitud(") | 104,67 | 78,50 | 130,83 | | | 105 | 65 | 123,43 | 105 | 59 | 120,09 | |
| resolucion(pixeles) | 1024 | 768,00 | 1280 | | | 1024 | 640 | 1208 | 1024 | 576 | 1175 | |
| Longitud (cm) | 10,16 | 7,62 | 12,70 | 256,0 | 0,10 | 10 | 6 | 11,98 | 10 | 6 | 11,66 | |
| Longitud(") | 4,00 | 3,00 | 5 | | | 4 | 3 | 4,72 | 4 | 2 | 4,59 | |

Tabla 17. Herramienta de manejo de resoluciones con relación de aspecto 4:3.

IX. Comparación de presupuestos de equipamiento.

| Categoría | Elemento | Coste (1 Ud) | Cantidad | Precio | Breve descripción |
|------------------------|--|--------------|----------|----------|---|
| Métodos de proyección | MP Gafas VR | 500 € | 8 | 4.000 € | Gafas de Realidad virtual con pantalla propia |
| | MP Soporte Gafas VR | 50 € | 8 | 400 € | Gafas de realidad virtual, soporte para Smartphone |
| | MP Pantallas (solución 1) | 2.500 € | 12 | 30.000 € | VideoWall de visualización, pantallas que cubran toda la superficie de la pared, 4 pantallas de 65" (un total de 130") por pared ¹ |
| | MP Pantallas (solución 2) | 1.000 € | 27 | 27.000 € | VideoWall de visualización, pantallas de led que cubran toda la superficie de la pared (un total de 130") ¹ |
| | MP Pantallas (solución 3) | 12.000 € | 3 | 36.000 € | Una única pantalla en cada pared de dimensiones máximas permisibles por la tecnología actual |
| | MP Pantallas interactivas (65") | 1.800 € | 12 | 21.600 € | VideoWall de pantallas interactivas que cubran toda la superficie de la pared (un total de 130") ¹ |
| | MP Pantallas interactivas (86") | 5.000 € | 3 | 15.000 € | Una única pantalla interactiva en cada pared de dimensiones máximas permisibles por la tecnología actual |
| | MP Soporte telas retroproyección | 0 € | 1 | 0 € | -- |
| | MP Tela retroproyección (solución prototipo) | 0 € | 3 | 0 € | -- |
| | MP Proyectoros (solución prototipo) | 500 € | 3 | 1.500 € | Optoma X305ST |
| | MP Tela retroproyección (solución profesional) | 350 € | 3 | 1.050 € | Diferentes proveedores |
| | MP Proyectoros (solución Propuesta 2) | 1.000 € | 3 | 3.000 € | Optoma WU416 |
| | MP Proyectoros (solución Propuesta 3) | 1.000 € | 3 | 3.000 € | Optoma EH200ST |
| Hardware de gestión | HG PC mínimo | 400 € | 1 | 400 € | Ordenador con requisitos mínimos para ejecutar el software de interacción del usuario con el entorno audiovisual. |
| | HG Procesador y Trajetas Gráficas | 1.000 € | 1 | 1.000 € | Mejoras en los componentes del ordenador mínimo para que sea capaz de gestionar y proyectar el contenido en las 3 paredes además de gestionar el software de interacción. |
| | HG Raspberry Pi 3 o similar | 50 € | 3 | 150 € | Hardware de procesado con características similares a un mini PC |
| | HG Mini PC | 150 € | 3 | 450 € | Mini PC de pocos requisitos en cuanto al procesado de imagen y almacenamiento. Necesidad de salida HDMI y tarjeta de red. |
| Métodos de interacción | MI Mesas interactivas | 500 € | 1 | 500 € | Pequeña mesa interactiva situada en el centro de la sala |
| | MI Kinect Microsoft | 150 € | 3 | 650 € | Controlador Kinect de Microsoft + Coste de integración de 3 Kinect en el PC de control |
| | MI Mando Bluetooth con sensores | 25 € | 4 | 120 € | Mando de Nintendo Wii o similar + USB Bluetooth + hardware de gestión de emisión infrarroja |
| | MI Mando Bluetooth o cable (solo botones) | 8 € | 8 | 64 € | Mando conectado mediante bluetooth o cable. Diferentes botones pero sin otros sensores. Modelos de consolas conocidas. |
| | MI Mando Bluetooth o cable (solo botones) | 60 € | 8 | 480 € | Mando conectado mediante bluetooth o cable. Diferentes botones pero sin otros sensores. Modelos de consolas conocidas. |
| | MI Otros | -- | -- | -- | Sistema de interacción propio |