

Holograma Piramidal 360 aplicado a la ingeniería del factor humano. Caso de Estudio Ergonómico “manipulación de paciente en Enfermería”

A. Macián Morales¹, G. Salcedo Eugenio¹, I.J. Ibarra Berrocal¹, D. Ojados González¹

¹Servicio de Diseño Industrial y Cálculo Científico (SEDIC) del Servicio de Apoyo a la Investigación Tecnológica (SAIT), Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Cartagena, España
{alvaro.macian, gustavo.salcedo, isidro.ibarra, lola.ojados}@upct.es

Resumen

En este proyecto se desarrolla un dispositivo de visualización holográfica en 3D aplicada a la Prevención de Riesgos Laborales, Ergonomía, análisis de posturas, estudios ergonómicos y formación del personal de enfermería. Esta tecnología permite a trabajadores de enfermería visualizar sus posturas durante la realización de sus tareas proyectadas en un holograma 3D. Permitiendo observar detalladamente cada movimiento y postura. La proyección holográfica 3D es una innovadora herramienta de aprendizaje.

La pirámide holográfica es un sistema compuesto por un proyector formado por una pirámide invertida que es capaz de generar imágenes tridimensionales dentro de su espacio de proyección. La imagen proyectada se ve desde cualquier ángulo de observación. Los cuatro lados de la pirámide están fabricados de un material transparente para que el público pueda ver a través de ella por todas partes y puede reproducir imágenes de vídeo o gráficos generados por ordenador. Esto se produce a través de la creación de reflejo en la superficie y reflexiones. La propia pirámide se utiliza como una especie de prisma que reúne la luz de cuatro proyecciones de vídeo en una imagen sólida. Los hologramas generados son de reflexión, lo que brinda la sensación de que las imágenes son tridimensionales y que están flotando en el aire. También permite reproducir escenas de vídeos ya grabadas o mostrar un holograma en vivo y tiempo real.

1. Introducción

La pirámide holográfica [1] es un sistema compuesto por un proyector formado por una pirámide invertida que es capaz de generar imágenes tridimensionales dentro de su espacio de proyección. La imagen proyectada se ve desde cualquier ángulo de observación.

Esta tecnología permite visualizar las posturas de un trabajador proyectadas en un holograma piramidal 360°. El uso de hologramas en procedimientos de estudios de puestos de trabajo ergonómicos sirve para realizar un análisis técnico completo en 360 grados, permitiendo observar detalladamente desde todas las perspectivas cada movimiento y postura del trabajador.

2. Objetivo

En este proyecto se desarrolla un dispositivo de visualización holográfica en 360° aplicada a la Prevención de Riesgos Laborales, Ergonomía, análisis de posturas, estudios ergonómicos y formación del personal

sanitario en la correcta realización de sus tareas de manera ergonómicamente correcta.

El personal sanitario podrá observar en el holograma un caso de estudio de un enfermero realizando la tarea de extracción de sangre en un paciente siguiendo dos técnicas diferentes. La primera con el paciente tendido en una camilla, y la segunda, sentado en una silla. Se ha realizado un estudio estadístico sobre una población de 10 enfermeros, realizando las dos técnicas de extracción de sangre y posteriormente se han analizado los resultados del estudio.

3. Metodología

Inicialmente se realiza el montaje de un estudio de grabación de dimensiones (3m x 3 m) con telas de croma verde compuesto por un Kit de Estudio de grabación, Kit de Iluminación, 4 Cámaras de grabación (ubicadas en las vistas lateral derecha e izquierda, vista frontal y posterior), una camilla, una mesa y una silla. (Ver Figura 1).



Figura 1. Montaje de Estudio de grabación Croma Verde

En el estudio se realiza la grabación a 10 enfermeros(as) realizando la técnica de extracción de sangre a un paciente de dos maneras distintas. La primera técnica con el paciente sentado en una silla, simulando la extracción de sangre y la segunda con el paciente tumbado en una camilla. (Ver Figura 2 y 3).



Figura 2. Técnica de extracción de sangre paciente sentado en silla.



Figura 3. Técnica de extracción de sangre en camilla.

El objetivo de las practicas es ver en qué medida los enfermeros realizan correctamente este tipo de intervención y actividad y cuáles son los puntos críticos en los que a la larga le pueden ocasionar complicaciones ergonómicas a nivel personal debido a una mala intervención enfermera. En este caso, la intervención del procedimiento de extracción de sangre [2] es una de las técnicas enfermeras que más complicaciones de trabajo sufre. Después de realizar todas las grabaciones, los archivos generados por las cuatro cámaras, se guardan en formato de video y se realiza la edición de videos utilizando el software Sony Vegas Pro 14.

3.1. Software Edición de Video (Sony Vegas Pro 14)

La herramienta Sony Vegas Pro 14[3] es un software de edición de video de gran calidad. Incluye innovadoras herramientas: edición de material de SD, HD, 2K y 4K en 2D y 3D estereoscópicas, compatibilidad con formato amplio, control de audio sin precedentes y efectos de transformación y procesamiento impulsados por la GPU.

Es un potente motor de composición y efectos que combina hasta 32 efectos de alta calidad, a los que se les pueden añadir fotogramas clave, por cadena de efectos y aplicarlos a eventos, pistas, medios o proyectos. Automatización de efectos y compresión/extensión de tiempo, mientras aplica efectos de audio personalizables en tiempo real, como Ecuador, Reverberación, Retardo y muchos más.

Mediante el Vegas Pro 14 se editan y sincronizan los videos de las cuatro cámaras para a continuación renderizar los videos definitivos. Posteriormente se proyectan en el Holograma Piramidal.

3.2. Holograma Piramidal 360

La pirámide holográfica [1] es un sistema compuesto por un proyector formado por una pirámide invertida que es capaz de generar imágenes tridimensionales dentro de su espacio de proyección. La imagen proyectada se ve desde cualquier ángulo de observación. La proyección holográfica 3D es una innovadora herramienta de aprendizaje. Los cuatro lados de la pirámide están fabricados de un material transparente para que el público pueda ver a través de ella por todas partes, se reproducen imágenes de video o gráficos 3D generados por ordenador. Esto se produce a través de la creación de reflejo en la superficie y reflexiones. La propia pirámide se utiliza como una especie de prisma que reúne la luz de cuatro proyecciones de video en una imagen sólida. Los hologramas generados son de reflexión, lo que brinda la

sensación de que las imágenes son tridimensionales y que están flotando en el aire. También permite reproducir escenas de videos ya grabadas o mostrar un holograma en vivo y tiempo real. (Ver Figura 4 y 5).

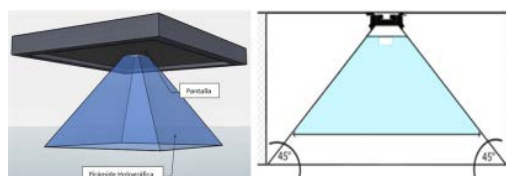


Figura 4. Holograma Piramidal



Figura 5. Holograma Piramidal 360

3.3. Software RULER

RULER [4] es una herramienta para realizar estudios ergonómicos que permite medir los ángulos formados por los segmentos corporales del trabajador sobre fotografías tomadas en el puesto de trabajo. Es necesario utilizar un número suficiente de fotografías desde diferentes puntos de vista (alzado, perfil y vistas de detalle) para lograr medir la verdadera magnitud.

El procedimiento para realizar las mediciones es el siguiente:

- Primero hay que arrastrar el archivo de la fotografía del trabajador sobre el icono “Imagen”. También puedes hacer click sobre él recuadro para escoger el archivo.

- Ajustar la imagen para enfocar los ángulos que se quieren medir mediante los botones de zoom y desplazamiento.

- Usar el mouse para colocar los cuadrados del medidor sobre los puntos convenientes. El cuadrado rojo debe colocarse sobre la articulación que se desea medir. El cuadrado amarillo y el cuadrado azul debes colocarlos sobre los ejes de los dos miembros adyacentes a la articulación. Después se visualizan los ángulos.

La siguiente figura muestra un ejemplo de medición de Flexión de Tronco en el levantamiento manual de carga. (Ver figura 6)



Figura 6. Software Ergonomía "RULER"

Para poder realizar una evaluación ergonómica aplicando el método REBA [5] se deben medir los siguientes ángulos:

- Flexión y rotación lateral del tronco.
- Flexión del cuello.
- Rotación e inclinación lateral de la cabeza.
- Flexión de las rodillas.
- Flexión/ extensión del brazo.
- Flexión del antebrazo.
- Flexión / extensión de la muñeca.

4. Resultados

Tras el estudio estadístico con una muestra de población de 10 enfermeros(as), se realizaron las grabaciones de las dos técnicas de extracción de sangre de un paciente. Se obtienen los videos desde las cuatro principales vistas laterales, frontal y posterior; generando una perspectiva detallada de los trabajos. (Ver Figura 7 y 8).



Figura 7. Grabación de Técnica de extracción de sangre paciente en silla.



Figura 8. Grabación de Técnica de extracción de sangre en paciente en camilla.

4.1. Edición de Videos

La edición de los videos se realiza utilizando el Software Sony Vegas Pro 14, se importan los cuatro videos generados por las cámaras SJCAM 5000+ en formato .mp4, después se sincronizan todos los videos. (Ver Figura 9).



Figura 9. Edición de video "Sony Vegas Pro 14"

Se utiliza la herramienta de "Clave Cromática" para eliminar el fondo verde reemplazándolo por un fondo negro. (Ver Figura 10).



Figura 10. Efecto Croma Sony Vegas

Por último, se editan simultáneamente las cuatro vistas de videos, centrando, modificando el tamaño y aplicando filtros de colores. Se renderizan los videos finales y se guardan en cuatro pendrives.

4.2. Holograma Enfermero en extracción de Sangre

Los cuatro pendrives se introducen en los cuatro proyectores que finalmente reproducen los videos sobre la pirámide de metacrilato, generando un efecto de holograma que muestra las tareas de un enfermero extrayendo sangre a un paciente. (Ver Figura 11 y 12).



Figura 11. Holograma de enfermero extrayendo sangre a un paciente



Figura 12. Vistas global de Holograma 360°

4.3. Análisis de Posturas y Ángulos

Utilizando el software RULER y las imágenes de las cuatro vistas, el técnico de prevención puede analizar detalladamente y desde una perspectiva global, cada segmento corporal y los ángulos críticos durante la tarea aplicando los métodos REBA[5] y RULA[6](Ver Figura 13 y 14).



Figura 13. Vista frontal /Ángulos "Software RULER"



Figura 14. Vista Posterior / Ángulos "Software RULER"

En la tabla 1 se muestran algunas de las medidas de ángulos obtenidas.

| Trabajador/a | Extracción de sangre en silla | | Extracción de sangre en camilla | |
|--------------|-------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|
| | Flexión del tronco | Flexión codo | Flexión del tronco | Flexión codo |
| 1 | 50° | 82° | 9° | 100° |
| 2 | 3° | 103° | 8° | 106° |
| 3 | 27° | 128° | 10° | 133° |
| 4 | 20° | 85° | 2° | 93° |
| 5 | 10° | 99° | 27° | 91° |
| 6 | 41° | 100° | 32° | 78° |
| 7 | 5° | 103° | 15° | 94° |
| 8 | 16° | 90° | 5° | 102° |
| 9 | 52° | 56° | 13° | 96° |
| 10 | 15° | 96° | 22° | 95° |

Tabla 1. Medidas de ángulos obtenidos

Según el análisis ergonómico de las muestras el 46% de los enfermeros realizaron la técnica ergonómica correctamente con el paciente sentado en una silla, frente al 61.53% que lo realizaron correctamente con el paciente tumbado en camilla.

5. Conclusiones

El método de visualización holográfica permite hacer un estudio global de la actividad realizada por un trabajador, permitiendo observar detalladamente en 360 grados cada movimiento y ángulos de las secciones corporales de una persona. El holograma Piramidal 360 es una herramienta innovadora que podrá utilizar el Técnico de Prevención para elaborar un análisis ergonómico más profundo y con puntos de vista diferente, al tener una visión completa de cada postura, ángulo y movimiento. El Enfermero podrá analizar y observar sus propios movimientos y posturas durante la realización de su tarea, generando un autoaprendizaje de las mejoras en las técnicas de extracción de sangre y corrigiendo las posturas forzadas.

Agradecimientos

El equipo de investigadores que ha llevado a cabo este trabajo, tiene presente la gran ayuda que supone contar con el respaldo y apoyo del Instituto de Seguridad y Salud Laboral (ISSL) de la Región de Murcia que por medio del grupo de Nuevos Dispositivos de Seguridad en Máquinas (NDSM) del Servicio de Apoyo a la Investigación Tecnológica (SAIT) de la Universidad Politécnica de Cartagena facilita recursos para el desarrollo de investigaciones en el campo de la prevención y el cuidado de la salud, y está muy agradecido por ello.

Referencias

- [1] Dispositivo holográfico piramidal. Disponible en web: <https://luftscreen.com.mx/piramide-holografica-360/>
- [2] Extracción de Sangre. Procedimientos Especiales. Asociación Española de Biopatología Médica.
- [3] Software Sony Vegas Pro. Disponible en web: <https://www.vegascreativesoftware.com/es/vegas-pro/>
- [4] Software RULER. Disponible en web: <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/ruler/ruler.php>
- [5] Método para evaluación ergonómica REBA. Disponible en web: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- [6] Método para evaluación ergonómica RULA. Disponible en web: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>