
Protocolo de Tesis

IIMAS, UNAM

1. Título

Desarrollo de un simulador de procedimientos quirúrgicos basado en IntelRealSense: Una opción económica frente a sistemas tradicionales de captura de movimiento en 3D como OptiTrack

2. Nombre del alumno y director(es)

- Alumno: José Antonio Ruiz Zavala
 - Director: Jorge Marquez Flores
 - Codirector: Miguel Angel Padilla
-

3. Introducción

El entrenamiento en procedimientos quirúrgicos se apoya cada vez más en simuladores con captura de movimiento en 3D. Sin embargo, sistemas comerciales como OptiTrack suelen ser costosos y poco accesibles para instituciones con recursos limitados. IntelRealSense se perfila como una opción económica y flexible, pero su precisión y viabilidad para simulación quirúrgica han sido poco evaluadas.

Este proyecto plantea el desarrollo y evaluación de un simulador de sutura laparoscópica con IntelRealSense, validando su precisión y percepción de realismo en comparación con OptiTrack, buscando así ampliar el acceso a esta tecnología en la formación médica.

4. Justificación

OptiTrack supera los 40,000 USD, obstaculizando el acceso de hospitales y laboratorios universitarios a simuladores modernos. IntelRealSense, con un costo de aproximadamente 250 USD, representa una opción viable para replicar entornos de práctica quirúrgica en aulas y laboratorios de México y Latinoamérica. Demostrar su efectividad permitiría la democratización de la educación quirúrgica, favoreciendo la capacitación masiva y de bajo costo.

5. Objetivo general y específico

Objetivo general:

Desarrollar e implementar un simulador interactivo de procedimientos quirúrgicos empleando la tecnología IntelRealSense, y comparar cuantitativamente su desempeño frente al sistema OptiTrack.

Objetivos específicos:

- Programar una plataforma que registre y analice el movimiento de las manos y herramientas quirúrgicas usando IntelRealSense.
 - Medir y comparar la precisión espacial y temporal de IntelRealSense frente a OptiTrack en ejercicios estándar de sutura.
 - Evaluar mediante cuestionarios la experiencia de usuarios (estudiantes) y determinar la percepción de realismo y utilidad educativa.
-

6. Hipótesis o preguntas de investigación**Hipótesis:**

El simulador basado en IntelRealSense alcanzará un margen de error menor a 5 mm en la reconstrucción de trayectorias comparado con OptiTrack y será preferido por al menos el 70% de los usuarios debido a su facilidad de uso y realismo.

7. Metodología

- **Diseño y desarrollo:** Utilizar el SDK de IntelRealSense en C# o Python para detectar y registrar posiciones de las manos (y si es posible, herramientas quirúrgicas) durante tareas de sutura laparoscópica sobre un modelo físico.
 - **Comparación técnica:** Realizar pruebas paralelas con estudiantes usando ambos sistemas (IntelRealSense y OptiTrack) para realizar la misma tarea de sutura, alternando el orden.
 - **Análisis de datos:** Medir error espacial (diferencia de trayectorias en mm), latencia y tiempo de ejecución, utilizando t de Student para comparación de medias.
 - **Evaluación de usuario:** Aplicar encuestas tipo Likert (1–5) y entrevistas breves sobre percepción de realismo, facilidad de uso y utilidad didáctica.
 - **Procesamiento:** Análisis estadístico descriptivo y comparativo.
-

8. Cronograma de actividades (12 meses)

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Revisión y actualización de literatura	X	X	X									
Elaboración y revisión del protocolo detallado	X	X										
Capacitación en SDK de IntelRealSense y OptiTrack		X	X									
Diseño de arquitectura de software y algoritmos de captura			X	X								
Desarrollo de interfaz gráfica y módulo de registro de datos con RealSense				X	X							
Integración de modelos físicos y pruebas piloto de simulación					X	X						
Implementación de ejercicios quirúrgicos estandarizados (suturas, nudos, etc.)					X	X						
Validación interna: pruebas técnicas, corrección de bugs y ajustes finales						X	X					
Preparación del diseño experimental y reclutamiento de estudiantes							X	X				
Realización de experimentos formales (con estudiantes y OptiTrack como referencia)								X	X			
Procesamiento y análisis estadístico de resultados (precisión, desempeño, encuestas)									X	X		
Revisión de resultados con asesores y taller de retroalimentación										X		
Redacción de la tesis y envío de borradores a asesor(es)										X	X	
Integración final, correcciones y preparación para la defensa											X	X
Presentación de resultados en seminario/taller al interior del IIMAS (opcional)											X	
Entrega definitiva de la tesis y trámite de titulación												X

9. Bibliografía básica

- Zhang, Z. (2012). Microsoft Kinect Sensor and Its Effect. IEEE Multimedia, 19(2).
- IntelRealSense Developer Documentation.
- Badash, I., et al. (2016). Innovations in surgery simulation. Annals of Translational Medicine, 4(23).
- Moorthy, K., et al. (2004). Validation of simulators in surgical education. British Journal of Surgery, 91(11), 1377–1388.
- Manual técnico de OptiTrack.