

3D Láser Scanner

Gabriela Rojas Castro¹ Ruth Huilca Roque¹

December 20, 2018

Abstract. El presente documento se describe e implementa un scanner 3D, para el cual se utilizará un láser lineal para escanear objetos y crear su nube de puntos. El láser utilizado tiene una proyección como una línea con la ayuda de una varilla de vidrio, con dicha proyección lineal generaremos la nube de puntos 3D del objeto con la ayuda de código implementado y algunas funciones de opencv. El procedimiento para escanear el objeto es el siguiente, colocamos el objeto sobre una base giratoria y la proyección del láser a través de la varilla de vidrio se deja caer sobre el objeto (es de preferencia que se realice en un ambiente oscuro). Por otro lado con la ayuda de una cámara tomamos las imágenes del objeto con una proyección de línea del láser mediante el cual, el código devuelve las coordenadas cilíndricas de todos los puntos ‘brillantes’ de la imagen tomada, lo que finalmente nos creará una nube de puntos 3D.

1 Introducción

El Modelado 3D se está integrando en nuestra sociedad de manera muy rápida: solo basta observar los anuncios publicitarios emitidos por televisión, prácticamente todos contienen 3D; en el área de la construcción, el cliente no se termina de convencer hasta que no se le muestra una pre visualización de cómo va a quedar el producto que va a pagar; también existen los catálogos de piezas industriales vía web que se muestran en 3D.

Existen diferentes maneras de obtener modelos 3D, se pueden crear con programas profesionales de diseño 3D, pero estos requieren tiempo y conocimiento del programa para lograr crear objetos 3D reales. Otra forma de obtener un modelo 3D sería mediante el escaneado láser de la figura que queremos analizar. Los escáneres actualmente tienen un precio elevado para la gran mayoría de gente y por tal razón una alternativa asequible para poder convertir objetos cotidianos en modelos 3D a un bajo precio es la fabricación de nuestro propio escáner.

Los escáneres 3D están en una curva ascendente en cuanto a uso a nivel profesional y particular; debido a las múltiples ventajas que nos ofrecen (en patrimonio cultural, en control de calidad, en ingeniería inversa, etc.), ya que nos permiten convertir un objeto real en uno virtual para analizarlo, interpretarlo, modificarlo o reproducirlo.

Este proyecto nos permite analizar detalles de ciertos objetos, generados por un escáner 3D. Este escáner permite tener modelos 3D a partir de objetos de pequeñas dimensiones existentes.

2 Motivación

El propósito de un escáner 3D generalmente es crear una nube de puntos de muestras geométricas en la superficie del sujeto, dichas muestras posteriormente se pueden utilizar para la reconstrucción del objeto en un modelo tridimensional digital. La imagen producida por un escáner 3D describe la distancia a una superficie en cada punto de la imagen. Esto efectivamente permite identificar la posición tridimensional de cada punto en la imagen. Con una revisión previa de la literatura en el área, pudimos ver los alcances que han tenido y los alcances futuristas que pueden tener los escáner láser 3D.

3 Metodología utilizada

La metodología que se utilizará en el proyecto se conoce como *método de luz estructurada*, los escáner 3D implementados bajo esta metodología proyectan un patrón de luz sobre la superficie del sujeto y observan la deformación del patrón sobre el objeto. El patrón se proyecta sobre la superficie del sujeto utilizando un láser. Una cámara, a una distancia apropiada del proyector de patrones, observa la forma del patrón y calcula la distancia de cada punto en el campo de visión.

A continuación se mencionan las actividades llevadas a cabo en el proceso de desarrollo del proyecto

Actividad 1: Recolección de información. Se investigó sobre las tecnologías y técnicas necesarias para el modelado 3D y los elementos involucrados en relación al proyecto.

Dentro de la información Recolectada podemos mencionar:

- Tipos de Escáner.
- Técnicas para el escaneo.
- Software para el Modelado en 3D.

Actividad 2: Investigación sobre el estado del arte. Se investigó sobre el estado actual de los tipos de escáner 3D a nivel nacional e internacional.

Se logró encontrar información de escáner tales como:

- Escáner Open Source.
- Escáner Propietarios nivel medio.
- Escáner Propietarios Profesionales.

Actividad 3: Análisis de requerimientos.

A través de un análisis minucioso de los diferentes documentos recopilados en la investigación teórica se logró definir cuáles eran los elementos que requería cada una de las piezas que integra el escáner.

Actividad 4: Diseño digital del Escáner.

Se diseñó la estructura mecánica base del escáner en el software de modelado Sketchup para su posterior fabricación, ya sea en una impresora 3D o en una maquina CNC.

Actividad 5: Fabricación de Piezas para la base. Al principio se crearon piezas de manera artesanal, tales como cartón, PVC, Trovicel y otros para un primer prototipo. Luego se obtuvo la colaboración del Centro Avanzada de Tecnología (CATEC) de ITCA- FEPADE y se procedió a fabricar piezas más precisas y de mejor calidad para la base, obteniendo una estética más aceptable.

Actividad 6: Integración de Componentes.

Se realizó la incorporación de los componentes electrónicos y mecánicos a la base para integrar todo el escáner completo.

Actividad 5: Pruebas.

Se realizaron pruebas de funcionamiento de los elementos electrónicos y de software de manera aislada y de manera conjunta, se analizaron los resultados del escaneo y se procedió a las correcciones respectivas.

Actividad 6: Preparar un diseño con Portabilidad.

Se diseñó una estructura del escáner que permite transportarlo con facilidad para mostrar los resultados del proyecto.

Actividad 7: Pruebas de Portabilidad.

Se realizaron pruebas de acople y desacople de piezas y cables del escáner y se verificó el funcionamiento con los demás elementos del escáner.

4 Implementación

Tenemos que encontrar las coordenadas cartesianas de los puntos que pertenecen al objeto escaneado. Básicamente, estamos buscando la distancia, entre el eje de rotación (de la plataforma giratoria) y un punto marcado con láser rojo ("ro"). Para encontrar esto, tenemos que medir cuántos píxeles hay entre el eje óptico de la cámara y el punto marcado con láser. En la imagen, esta distancia está marcada como 'b'. El ángulo entre el láser y el eje de la cámara es constante e igual a "alfa". Usando trigonometría simple, podemos calcular 'ro':

$$\sin(\alpha) = b/ro \quad (1)$$

Lo que significa que:

$$ro = b/\sin(\alpha) \quad (2)$$

Esta operación repite varias capas, luego las plataformas giratorias se mueven en cierto ángulo y toda la operación se repite. Vayamos a la segunda imagen. Las operaciones anteriores nos dieron coordenadas en el sistema de coordenadas polares. En el sistema del sistema, cada punto se ve algo así: $P = (distancia\ desde\ el\ eje\ Z, \text{ángulo entre el punto y el eje X}, Z)$ que es

$$P = (ro, fi, z) \quad (3)$$

"Ro" es nuestra distancia, medida en la operación anterior, "fi" es un ángulo de plataforma giratoria. Crece una cantidad constante, cada vez que gira la plataforma. Esta cantidad constante es igual

$$360/numero\ de\ operaciones \quad (4)$$

, por ejemplo, para 120 perfiles alrededor de un objeto, la plataforma se mueve alrededor

$$360/120 = 3 \quad (5)$$

Entonces, después del primer movimiento, $fi = 3$, después de la segunda $fi = 6$, después de la tercera $fi = 9$, etc. El valor 'z' es el mismo valor que z en el sistema cartesiano. Por eso convertimos de polar a cartesiano:

$$x = ro \cos(fi) \quad y = ro \sin(fi) \quad z = z \quad (6)$$

En nuestro hardware estamos usando un puntero láser que pasa a través de una varilla de vidrio, para hacerlo lineal, usamos un celular para capturar imágenes. Para rotar la plataforma (en la que se pone el objeto a escanear), hemos utilizado un motor paso a paso giratorio continuo. Toda esta configuración se ensambla y se cubre con una caja. Después de capturar imágenes, procesamos las imágenes y obtenemos el punto más brillante de cada fila de cada imagen, y luego guardamos los datos como un archivo. Enlace para los códigos.

5 Resultados

Se fabricó un prototipo de escáner 3D que posee una base giratoria de 360° lo que permite la extrapolación de puntos que en su conjunto representan la geometría de un objeto que a su vez son enviadas a un software de diseño tridimensional que muestre la figura 3D generada por el escáner.

- Características del prototipo de escáner 3D a pequeña escala:
- Base giratoria de 360° de los objetos a escanear.
- Portabilidad por medio de piezas que se acoplan y desacoplan.
- Diseño digital de la estructura base del escáner.

5.1 Pruebas

Realizamos las pruebas con los siguientes objetos

- Una campana
- Un oso (adorno)
- Un vaso

Escenario de escaneo (materiales)

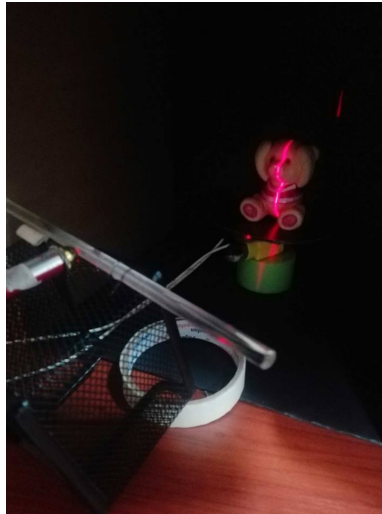


Fig. 1. Escaneo de la campana

5.2 Resultado del escaneo

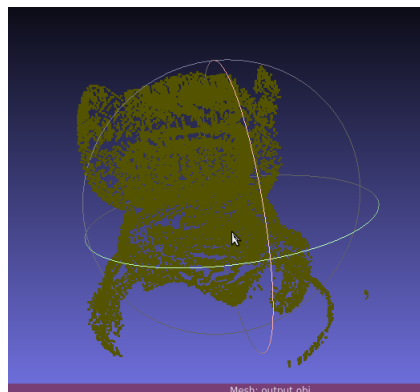


Fig. 2. Escaneo de la campana

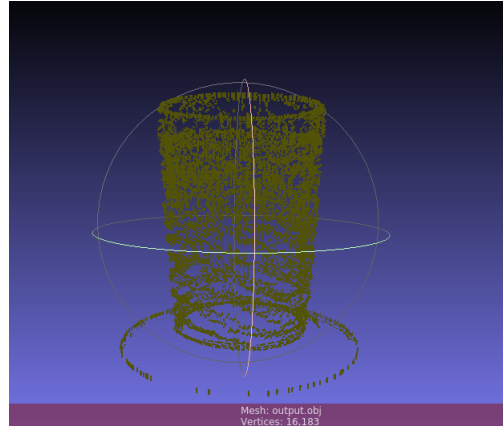


Fig. 3. Escaneo de un vaso

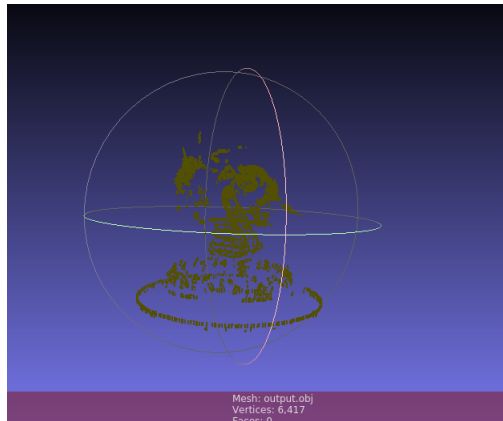


Fig. 4. Escaneo de un oso

6 Limitantes

- No permite escanear con mucha iluminación.
- El tamaño de los objetos a escanear no debe exceder los 20 cm.
- Los objetos a escanear no deben tener una superficie brillante.

7 Conclusiones

- Los resultados obtenidos en este proyecto establecen las bases y forman un precedente para futuros proyectos similares.
- El proceso de escaneo siempre requerirá de un tiempo prolongado en la captura de los puntos de la traza necesaria para el modelado 3D del objeto.
- El archivo resultante del escaneo, normalmente hay que retocar, cerrar huecos, eliminar ruido, arreglar defectos; muchas veces el post-procesado lleva más tiempo que el escaneado.
- Para construir una estructura flexible, mecánica y electrónica capaz de integrar los elementos de un escáner 3D requiere de equipo sofisticado, preciso y de calidad.

- Para integrar los elementos mecánicos, electrónicos y de software necesarios para un escáner 3D se requiere de un equipo multidisciplinario para el desarrollo del mismo.
- La vida útil de los laser no es mucha, ya que son dispositivos electrónicos ultra sensibles a las variaciones del voltaje percibido.
- Existe una gran diferencia funcional entre un láser lineal y un puntero laser, el primero emite una luz en forma de línea y el segundo emite una luz en forma de punto; y ambos tienen beneficios diferentes.

8 Recomendaciones

- El funcionamiento ideal del proceso de escaneo es en un ambiente totalmente oscuro.
- La iluminación es muy importante, pero también lo es el material del objeto y su textura. No es lo mismo escanear un objeto de madera que una porcelana. Evitar los objetos brillantes y que produzcan reflejos.
- Para obtener mejores resultados del escaneo utilizar Cámaras USB de Alta Definición (HD) o incorporar la nueva tecnología 4K.
- Mejorar la estructura del brazo donde va colocado el emisor laser.
- Considerar siempre tener varios laser de respaldo debido a la vida útil de los mismos y no olvidar que se trata de laser lineal.
- Elegir materiales más livianos (de poco peso) para la base.
- Para una mejor precisión en el escaneo se sugiere implementar un mecanismo de giro de la base del láser con un engranaje que sea milimétrico.