

Diseño de un Escaner 3D con Láser

Karen Gordillo Viña¹ Juan Leon Camilo² Katherine Uñapilco Chambi³

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo es desarrollado como proyecto final del curso de Computación Gráfica. El objetivo es construir e implementar un escáner 3D, que permita a los usuarios poder modelar una imagen 3D de un objeto en particular. Este escáner trabajara con un láser y una plataforma giratoria que ayudará a reducir el número de oclusiones donde el escáner es incapaz de reconstruir tridimensionalmente los puntos del objeto. Para la construcción del escáner se necesitara recursos tanto de Hardware como de software; para el Hardware se requiera de un láser, una cámara, un motor pequeño paso a paso, un regulador de potencia, baterías y cables. Además, es necesario previamente poseer conocimientos básicos y técnicos sobre los métodos de reconstrucción 3D que facilitara un mejor entendimiento del trabajo final. Las reconstrucciones como resultado mostraran una nube de puntos, donde cada uno constará de sus correspondientes coordenadas (x, y, z), y al unirlos se creará una malla con la forma del objeto escaneado.

II. MARCO TEÓRICO

A. Nube de Puntos

Es un conjunto de puntos ubicados en un sistema de coordenadas tridimensional X, Y y Z, tales vértices representan la superficie del objeto. El escáner 3D crea la nube de puntos midiendo automáticamente los puntos de la superficie y los posteriormente los almacena. Una vez obtenida la nube de puntos, se busca recrear la forma original del objeto a partir de un proceso de triangulación, donde las distancias se interpolan entre los puntos generando triángulos para ser renderizados.

B. Procesamiento digital de imágenes

Es el proceso de imágenes bajo recursos tecnológicos que captan y manejan grandes cantidades de información en forma matricial, con el objetivo de mejorar la calidad de las imágenes. En este proceso los datos adquiridos son analizados y modificados para eliminación del ruido, realce, suavización de imagen o detección de bordes.

C. Superficie de Bézier

Es un método de definición de una curva en serie de potencias y consiste en definir una serie de puntos de control, a partir de los cuales se calculan los puntos de la curva. Dentro de la, variantes para construir superficies, la más simple de comprender es la tensorial de curvas de Bézier. Para definir una superficie como producto cartesiano, se

utiliza una función de dos parámetros(u,v) donde P en la función y B es la curva de Bézier.

$$P(u, v) = \sum_i \sum_j B_{in}(u) B_{jm}(v) P_{ij} = \sum_i B_{in} \left(\sum_j B_{jm} P_{ij} \right) = \sum_j B_{jm} \left(\sum_i B_{in} P_{ij} \right)$$

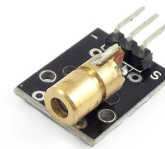
Fig. 1.

Donde i, j, m y n son las dimensiones de las superficies de las matrices y la curva de Bézier.

III. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

A. Materiales

- Motorreductor con llanta
- Láser
- Varilla de vidrio



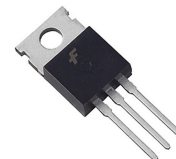
- Metros de Cable (2)



- Caja de cartón



- Reductor de voltaje



- Batería portátil (2)



- Superficie circular de

- Celular



- Computadora



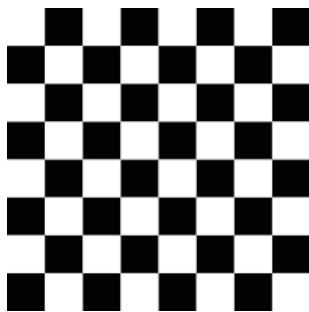
B. Procedimiento

- 1) Utilizamos la caja de cartón como fondo para el escáner, la forramos de color negro para disminuir el ruido al momento de escanear.
- 2) Conectamos el motor al reductor con un pedazo de cable, y luego el reductor a la batería portátil.
- 3) Pegamos la superficie de cartón a la llanta del motorreductor.
- 4) Hacemos la conexión entre el láser y la batería portátil.
- 5) Pegamos con cinta el láser y la varilla de vidrio para generar una línea.
- 6) Posicionamos la base de cartón delante del fondo de cartón.
- 7) Colocamos el láser sobre una superficie alta con dirección al centro de la base de cartón.
- 8) Ubicamos la cámara apuntando el centro del armazón.
- 9) Sincronizamos la cámara con la computadora.

IV. ETAPAS DEL SISTEMA DE ESCANEO

A. Calibración

Utilizamos un fondo cuadrículado para calibrar la cámara y nos retorne los valores que utilizaremos en el programa, estos van ligados a la distancia que existe con el objeto a escanear.



B. Detección de Imagen

Ejecutamos el programa para grabar un vídeo del objeto a escanear, luego el programa generará imágenes(frames) en la cual se reconocerá los píxeles mas claros, esto usando detección por HSV.

C. Generación de la malla

Cargamos el archivo pcd, que contiene la nube de puntos(x,y,z), luego utilizamos un método estándar de PCL para encontrar la normales. Dado que las coordenadas y las normales deben estar en el mismo PointCloud, creamos una nube de puntos tipo PointNormal, luego utilizamos un árbol **KDTree** para la búsqueda. Establecemos la distancia

máxima para que se puedan conectar los vértices, y por ultimo realizamos la triangulación.

D. Triangulación

En la triangulación, tendremos los valores x, y, z de los cuales el valor y no se modificará ya que es la altura. para obtener los valores realizamos las siguientes operaciones:

- **x:** Lo obtenemos restando el tamaño de la imagen con el valor de la nube de puntos, luego lo multiplicamos por un parámetro escalar que permite alargar o aplanar nuestra imagen. A todo ello lo multiplicamos por el coseno de la rotación, que es el ángulo en cual nuestra base giratoria hace girar al objeto en cada *frame*.
- **z:** Multiplicamos por -1 la resta entre el tamaño de la imagen y el valor de la nube de puntos, y este se multiplica por el parámetro escalar. Luego todo ese resultado se multiplica por el seno de la rotación.

E. Visualización de imagen 3D

Usamos un programa llamado *Meshlab* el cual nos permite graficar los puntos en 3 dimensiones.

V. PRUEBAS

Para las pruebas del escáner 3D, se escogió un objeto pequeño y se evito que el color de la superficie coincidiera con el color del láser para no generar problemas de reconocimiento. Cabe mencionar que antes de comenzar con las pruebas se realizaron las pruebas de calibración con la cámara.

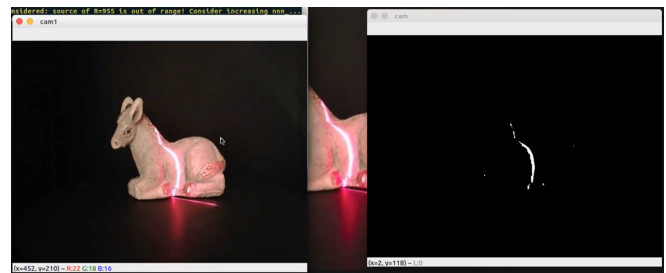


Fig. 2.

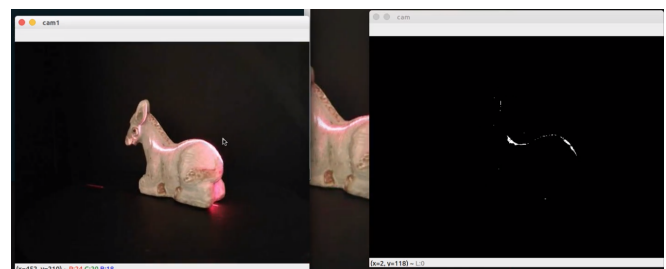


Fig. 3.

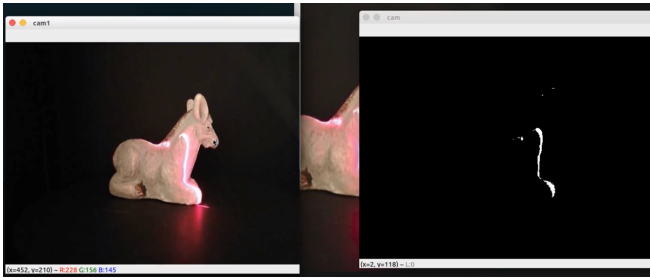


Fig. 4.

Cuando se escanea el objeto se busca obtener el número de frames necesarios para que representen toda la superficie del objeto y ello se puede lograr con una vuelta completa del objeto, luego a partir de los frames obtenidos y los datos generados a partir de ellos se obtiene una nube de puntos que se representa mediante un archivo con formato pcl.

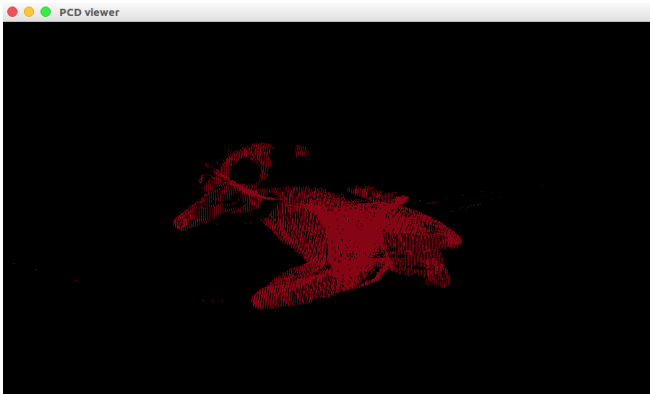


Fig. 5.

A partir del archivo de formato .pcl, se genera la triangulación convirtiendo este archivo a otro con formato vtk, que mostrara la imagen 3D del objeto original .

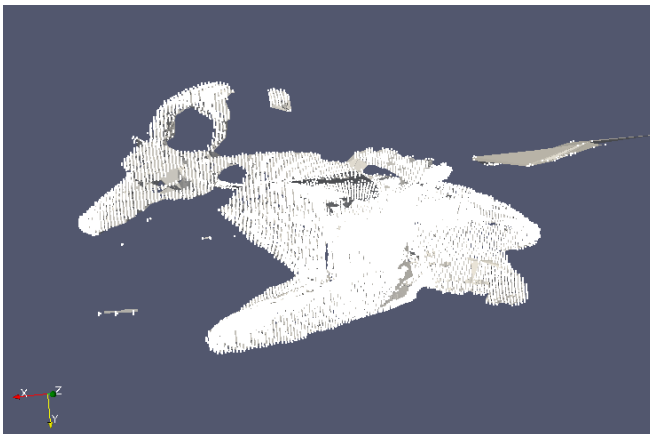


Fig. 6.

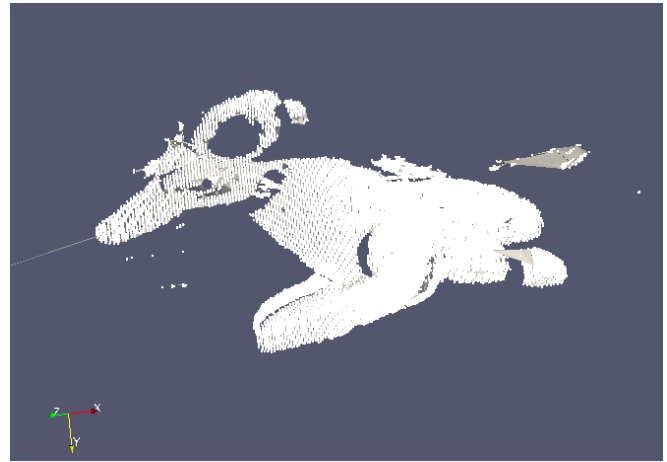


Fig. 7.

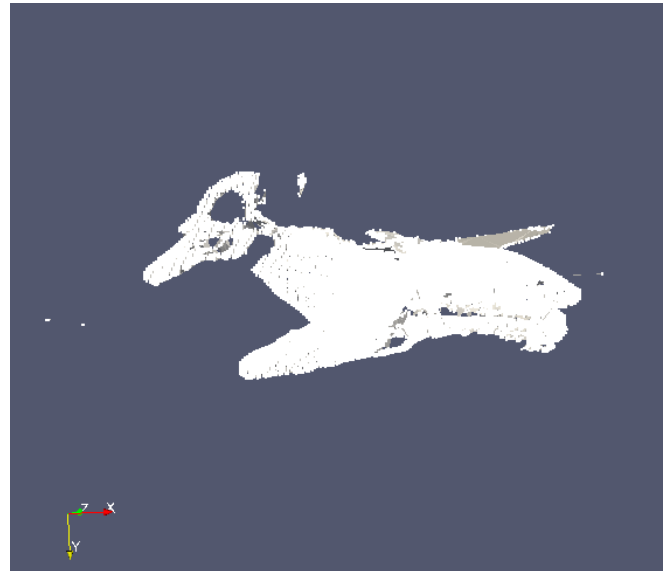


Fig. 8.

VI. CONCLUSIONES

- Para la construcción del hardware es necesaria la base giratoria. De acuerdo a la velocidad con la que gire esta base, podremos calcular el número de frames que se analizarán.
- El proceso de escanear del objeto se realiza en tiempo real. El objeto termina de dar una vuelta y la nube de puntos es generada.
- En algunas ocasiones se pierde datos al momento de escanear el objeto, debido a que la cámara no detecta la luz del láser cuando este pasa por zonas cóncavas y esto depende del ángulo entre el objeto, la cámara y el láser. Esto se podría solucionar si se le adiciona un láser mas.