



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN

Computación Gráfica Escáner 3D

Docente:

Juan Carlos Gutierrez C.
Profesor
Ciencia de la Computación

Alumnos:

Patrick Lazo Colque
Kevin Valverde Huilca
Luis Mamani Chirinos

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción | 2 |
| 1.1. Sistema de coordenadas | 2 |
| 1.2. Escena | 3 |
| 1.3. Polígono | 3 |
| 2. Escáner 3D | 3 |
| 2.1. Nube de puntos | 4 |
| 3. Materiales Utilizados | 5 |
| 3.1. Objeto a Escanear | 5 |
| 3.2. Plataforma | 6 |
| 3.3. Láser y led | 6 |
| 3.4. Ambiente Controlado | 7 |
| 4. Construcción de un escáner 3D | 7 |
| 4.1. Delimitación del objeto | 8 |
| 4.2. Escaneo del objeto | 8 |
| 4.3. Preprocesamiento | 8 |
| 4.4. Generación de la nube de puntos | 9 |
| 5. Construcción del objeto | 10 |
| 6. Conclusiones | 11 |

Resumen

Este trabajo busca desarrollar un escáner tridimensional de bajo costo, es decir que a partir de un objeto extraer su información física por medio de un haz de láser y una cámara y obtener un objeto tridimensional escaneado y almacenado en la computadora. Existen muchas formas de poder escanear un objeto así como también librerías y frameworks como *OpenCV*, *OpenGL* de los cuales hacemos uso de estas.

1. Introducción

Un escáner tridimensional consiste en digitalizar un objeto real en un conjunto de puntos de coordenadas x , y , z , también conocido como "nube de puntos", este conjunto de puntos son el resultado de escaneo, un modelado 3D que puede servir para diferentes tipos de aplicaciones como videojuegos, gráficos para simulación, etc. [2].

Para profundizar sobre es necesario conocer conceptos previos en computación gráfica.

1.1. Sistema de coordenadas

Un sistema de coordenadas es un conjunto de valores que ayudan a representar puntos en el espacio n -dimensional con respecto a un punto llamado *origen* como se aprecia en la figura 1.

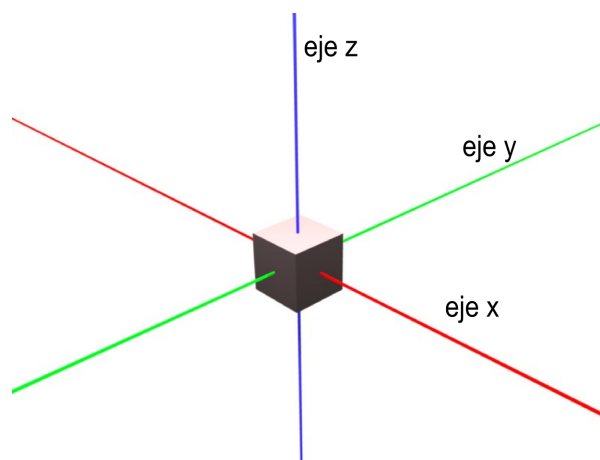


Figura 1: Sistema de coordenadas tri dimensional

1.2. Escena

Es usado para el modelamiento en 3D, es un entorno que ayuda a posicionar e identificar elementos para su renderización. Ver figura 2.

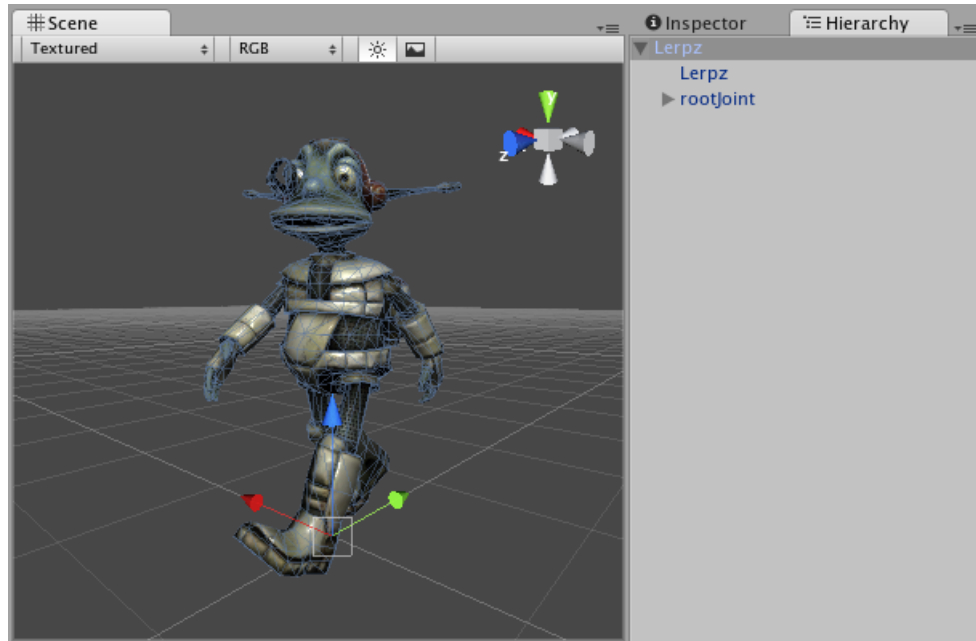


Figura 2: Escena del un entorno en Unity

1.3. Polígono

Un polígono es un conjunto de líneas unidas una tras otra que forman un área simple, en los modelos tridimensionales los polígonos se componen de mallas triangulares para así obtener información del modelo como el volumen, masa y transparencias. [1].

2. Escáner 3D

Es un dispositivo *hardware* conformado de varios componentes con el objetivo de recolectar la información de las superficies de un objeto a ser digitalizado. Entre los componentes que usamos para este trabajo son:

- Dispositivo láser

- Cámara de captura de fotogramas
- Base giratoria / motor de paso programado en Arduino
- Objeto escaneable de tamaño de 20cm aprox.

Existen dos tipos de escáneres y se clasifican en escáneres de contacto y escáneres sin contacto y a la vez este ultimo se clasifica en pasivos y activos [1], Principalmente el escáner activo presenta varios tipos:

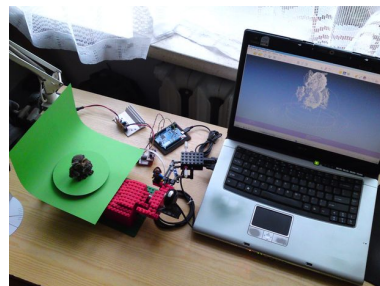
- Escáner de tiempo de vuelo, calcula la distancia entre el dispositivo y el objeto mediante cronómetro del viaje de ida y vuelta de un pulso de luz de longitud de onda conocido.
- Escáner de triangulación, utiliza un haz de luz láser sobre el objeto que gira y capturado con una cámara que forman un triangulo.

En los escáneres pasivos se presentan los siguientes tipos:

- Escáner estereoscópico, se utiliza dos cámaras en posiciones distintas mirando hacia el mismo objetivo y se evalúa la distancia entre los pixeles de cada imagen para estimar la distancia del objeto.
- Escáner por detección de silueta, utiliza una sucesión de fotografías alrededor de un objeto contra un fondo que resalte la silueta del objetivo, estas fotografías son para estimar un objeto tridimensional.



(a) Escáner BQ



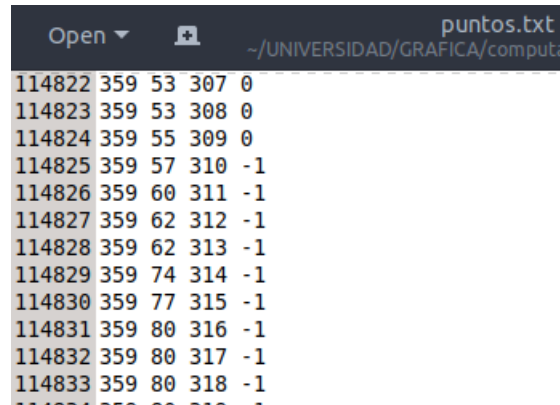
(b) Escáner simple

Figura 3: Tipos de escáneres

2.1. Nube de puntos

La nube de puntos es el resultado en coordenadas de un objeto luego de ser escaneado, es un conjunto de puntos que luego es usado para la reconstrucción del

objeto, un ejemplo del formato utilizado en los puntos se puede ver en la figura 4. En nuestro caso, la nube de puntos es generada a partir de la binarización del haz de luz generado por el láser a manera de línea vertical que abarca todo el largo del objeto.



```
Open ▾ + puntos.txt
~/UNIVERSIDAD/GRAFICA/computa
114822 359 53 307 0
114823 359 53 308 0
114824 359 55 309 0
114825 359 57 310 -1
114826 359 60 311 -1
114827 359 62 312 -1
114828 359 62 313 -1
114829 359 74 314 -1
114830 359 77 315 -1
114831 359 80 316 -1
114832 359 80 317 -1
114833 359 80 318 -1
```

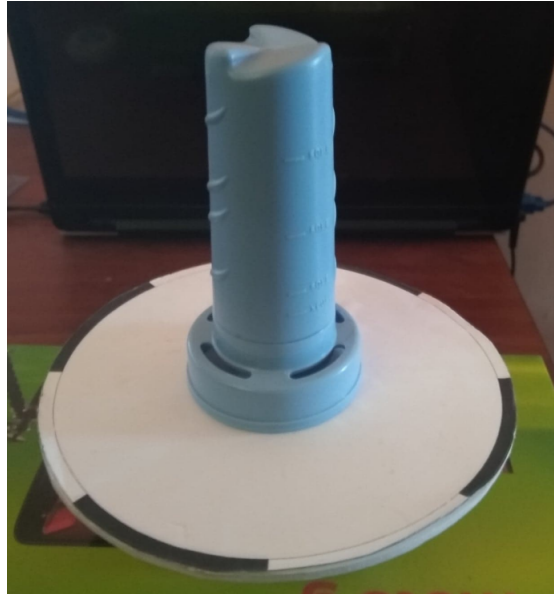
Figura 4: Formato de salida de puntos para crear la nube de puntos

3. Materiales Utilizados

Para construir un escáner de bajo costo se utilizaron los siguientes materiales.

3.1. Objeto a Escanear

Objeto utilizado para realizar la prueba de escaneo.



3.2. Plataforma

Plataforma utilizada para rotar el objeto.



3.3. Láser y led

Láser modificado utilizando un led para que la luz salga en forma de linea vertical.



3.4. Ambiente Controlado

Se utilizó un ambiente controlado para realizar el escaneo.



4. Construcción de un escáner 3D

Para realizar el escaneo de un objeto 3D necesitamos generar una nube de puntos, para lograr este objetivo se realizaron las siguientes fases:

4.1. Delimitación del objeto

El objeto será limitado usando límites verticales y horizontales, antes de realizar la fase de escaneo como se aprecia en la figura 5

4.2. Escaneo del objeto

Al momento de escanear el objeto, se enciende la plataforma y el objeto estará siendo apuntado con un láser rojo como se aprecia en la figura 5.

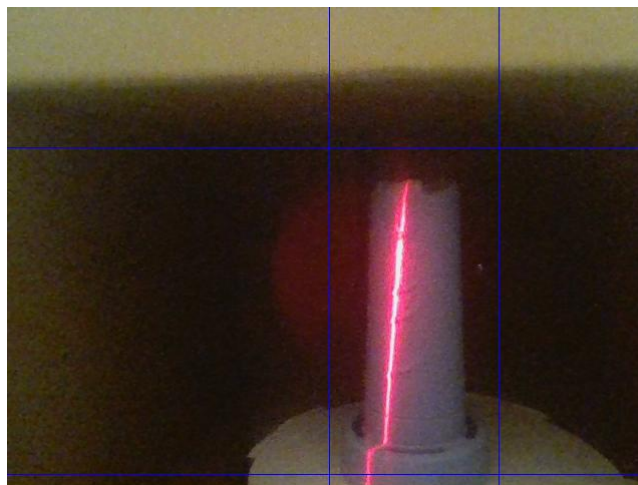


Figura 5: Escaneo de un objeto usando láser rojo

4.3. Preprocesamiento

Una vez realizado el escaneo del objeto se procede a realizar el preprocesamiento para detectar la línea del láser, el pre-procesamiento utilizado en este proyecto fue la binarización, donde se realiza un promedio por cada *pixel* en su *rgb* si este valor es mayor a 170 se pinta caso contrario no, dando como resultado la figura 7.



Figura 6: Binarización de un frame del objeto

4.4. Generación de la nube de puntos

Una vez obtenido las imágenes binarizadas se procede a ubicar los puntos en 3d (generación de la nube de puntos), para lo cual se tiene en cuenta el ángulo del láser respecto a la cámara, para este proyecto se uso un ángulo de 70 por la comodidad de la posición el código para generar la nube de puntos es el siguiente.

```
//Imágenes por cada ángulo con un intervalo asignado por angEntreImágenes
for(int ang = 0; ang < 360; ang += angEntreImágenes)
{
    //posImag es la imagen que se tomara para el presente ángulo "ang"
    int posImg = ang * n / 360, cont = 0, prom = 0;
    for(int y = 0; y < alto; ++y)
    {
        prom = 0; cont = 0;
        for(int x = 0; x < ancho; ++x)
        {
            if(imgBins[posImg](x,y) == 0){
                prom += x;
                ++cont;
            }
        }
        if(cont > 0){
            prom /= cont; //promedio de las x para obtener una sola
            //Distancia entre el centro y el borde detectado por la luz del laser
            float radio = prom / sin(angCamLaser * PI / 180);

            //Almacena la nube de puntos en el archivo puntos.txt dentro de la carpeta Puntos
            es << ang << " ";
            es << (int)(radio * cos(ang * PI / 180)) << " ";
            es << y << " ";
            |
            es << (int)(radio * sin(ang * PI / 180)) << "\n";
        }
    }

    //Se almacenan las imágenes binarias para luego visualizarlo por el explorador
    string namefile = "imagenesBinarias/imagen" + to_string(ang) + ".jpg";
    imgBins[ang].save(namefile.c_str());
}

es.close();
```

Figura 7: Código para generar la nube de puntos

5. Construcción del objeto

Luego de haber generado la nube de puntos se hace uso de la librería OpenGL para mostrar el objeto reconstruido como se aprecia en la figura 8.

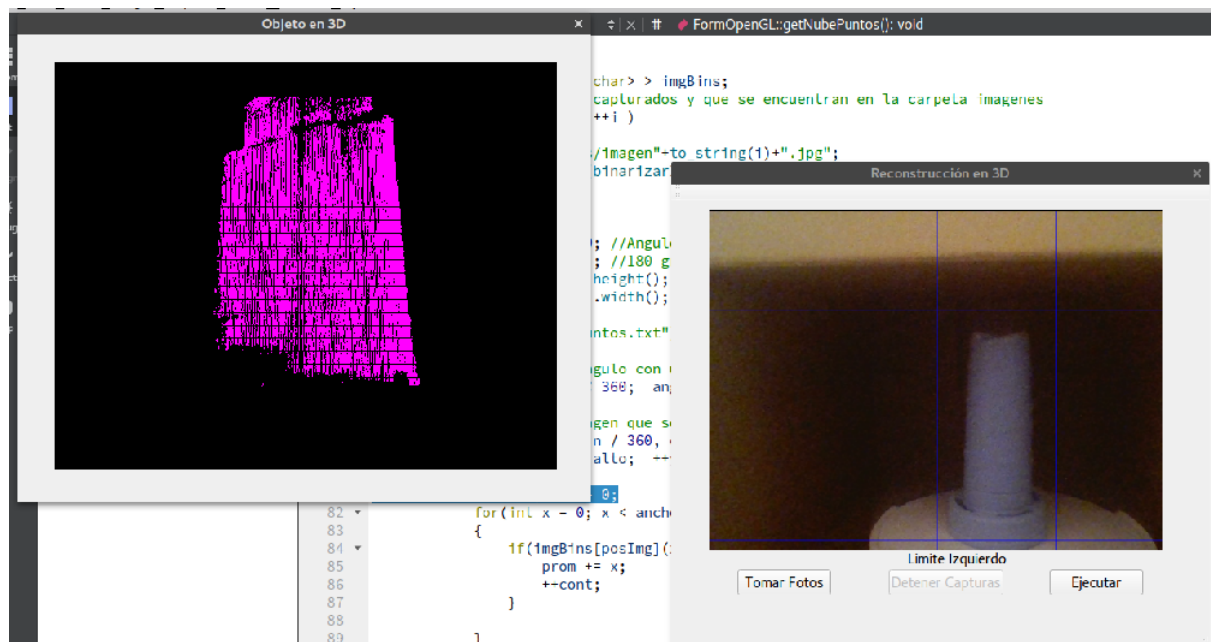


Figura 8: Construcción del objeto usando opengl

Código del proyecto [Escáner 3d láser](#).

6. Conclusiones

Se puede concluir lo siguiente:

- Es posible realizar un escáner con un presupuesto reducido.
- Es necesario tener en cuenta muchas variables al momento de realizar el escaneo, como la luz, el ángulo que apunta el láser, el tiempo para realizar una vuelta del objeto, etc.
- Una de las desventajas del escáner con láser es que solo se puede escanear objetos opacos que no reflejen la luz. Dado que la línea de láser generada se vería distorsionada e modificaría el binarizado del haz de luz de la línea.

Referencias

- [1] Cristian Gamboa and Carlos William Sánchez. Construcción de un escáner tri-dimensional usando c++ y hardware libre. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 6:9, 01 2017.
- [2] Giovanna Sansoni, Marco Trebeschi, and Franco Docchio. State-of-the-art and applications of 3d imaging sensors in industry, cultural heritage, medicine, and criminal investigation. In *Sensors*, 2009.