

**Instituto Tecnológico de Costa Rica**

**Área Académica de Ingeniería en Computadores**

(Computer Engineering Academic Area)

**Programa de Licenciatura en Ingeniería en Computadores**

(Licentiate Degree Program in Computer Engineering)



**Desarrollo de un sistema UAV para estimación de estructura a partir de movimiento  
para un objetivo aleatorio**

(Development of a UAV system for estimation of structure from movement for a random target)

**Pruebas**

(Tests)

**Realizado por:**

Made by:

**Roberto Pereira Santos**

**Fecha: Cartago, octubre, 2021**

(Date: Cartago, october, 2021)

# Pruebas

En la Tabla 1 se puede observar el porcentaje del consumo de batería y de tiempo del dispositivo UAV mientras ejecuta el algoritmo de trayectoria, desde el despegue hasta el aterrizaje con diferente cantidad de vueltas alrededor del objetivo. Todas las pruebas fueron realizadas con las coordenadas (-40 cm, 40 cm) del objetivo, en este caso de un peluche, con 18 puntos intermedios para la toma de fotografías, a una altura de 55 cm desde el nivel del suelo, radio de 70 cm y tamaño del peluche de 20 cm.

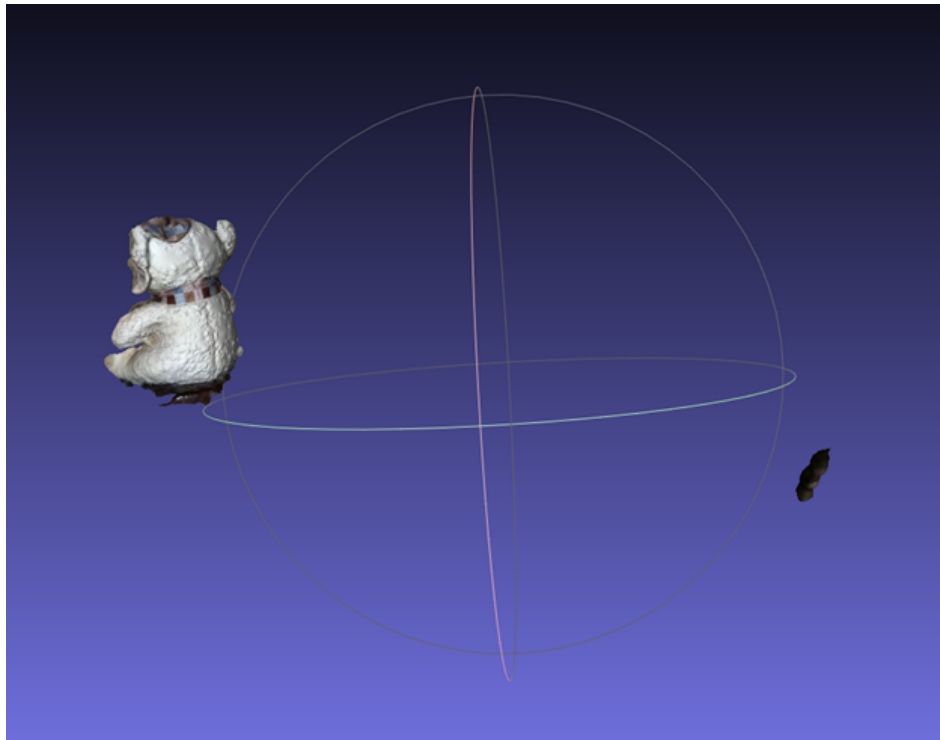
Vueltas	Consumo de batería (%)	Tiempo (s)
1	14	119,19
3	34	240,96

**Tabla 1.** Rendimiento del algoritmo de trayectoria con el dispositivo UAV.

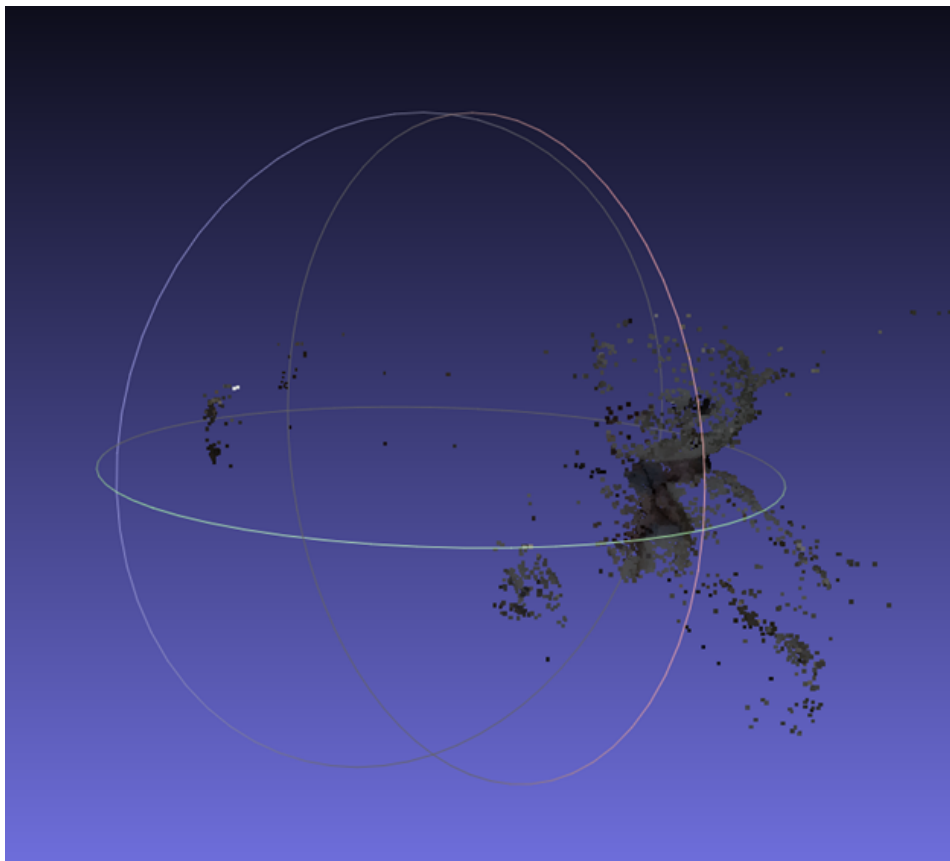
Por otra parte, en la Tabla 2 se puede evidenciar el tiempo que toma el proceso de fotogrametría para crear el archivo de extensión .ply del modelo 3D en diferentes calidades para diferentes cantidades de fotografías.

Fotografías	Calidad	Tiempo	Imagen
18	Baja	6,86 s	No resultado
	Media	8,12 s	No resultado
	Alta	4,34 m	Figura 1
54	Baja	1,04 m	Figura 2
	Media	2,04 m	Figura 3
	Alta	12,10 m	Figura 4

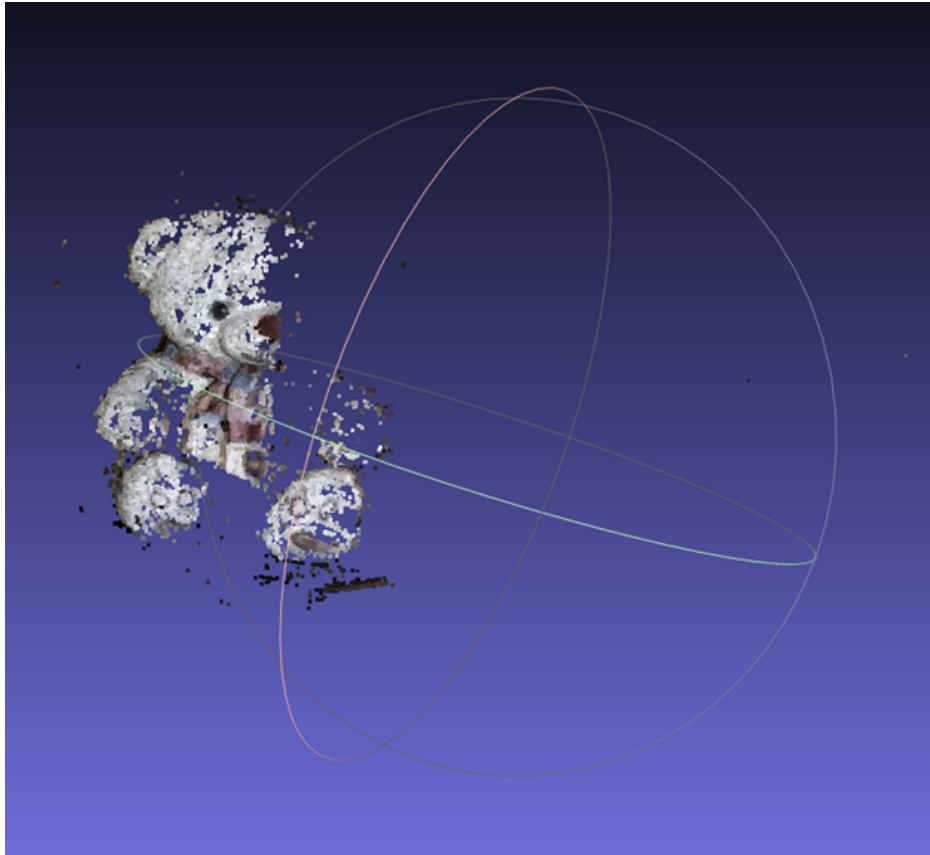
**Tabla 2.** Rendimiento del proceso de fotogrametría.



**Figura 1.** Resultado tridimensional en calidad alta y 18 imágenes.



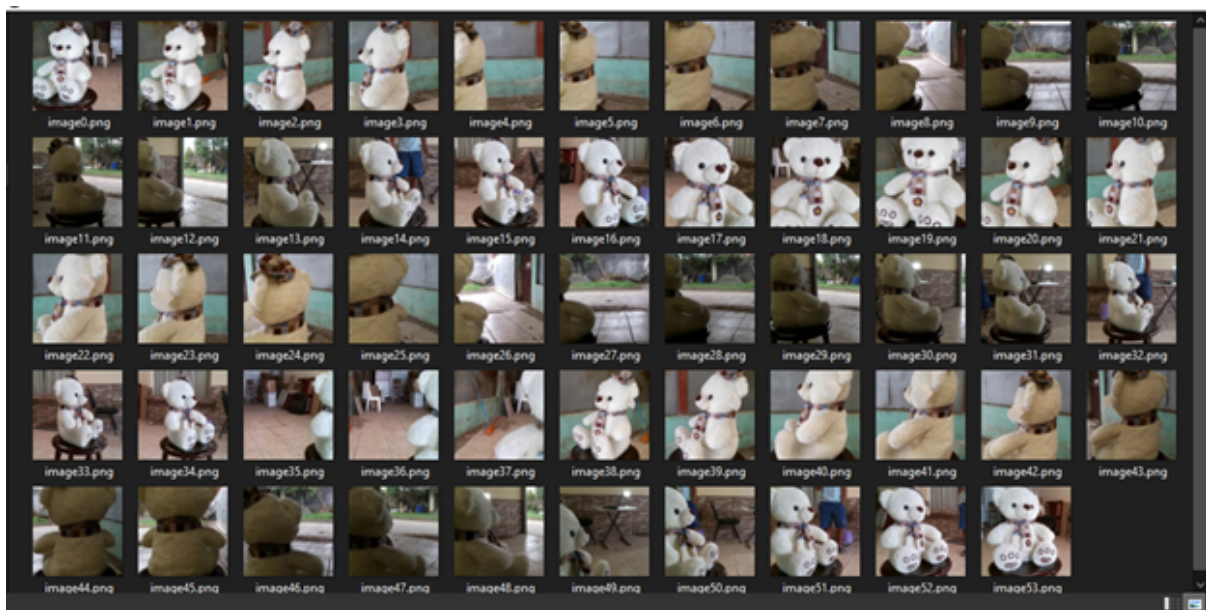
**Figura 2.** Resultado tridimensional en calidad baja y 54 imágenes.



**Figura 3.** Resultado tridimensional en calidad media y 54 imágenes.



**Figura 4.** Resultado tridimensional en calidad alta y 54 imágenes.



**Figura 5.** Base de datos para las fotografías obtenidas del dispositivo UAV.

En la Tabla 1 se puede ver la diferencia del 100% en los tiempos de ejecución del algoritmo de trayectoria, esto debido al aumento de vueltas alrededor del objetivo ya que debe tomar más fotografías (gracias al cumplimiento del objetivo de integrar el algoritmo con el shutter de la cámara con ayuda de OpenCV), por el incremento de puntos intermedios en total durante todo el plan de vuelo y almacenadas en la computadora en una misma carpeta (se cumple el objetivo de desarrollar una base de datos de la toma de imágenes y del procesamiento de fotogrametría), tal como se observa en la Figura 5. Además, implica un consumo en la batería en el dispositivo UAV directamente proporcional al tiempo, pero en este caso, el consumo aumentó en un 142% entre una y tres vueltas. También influyen aspectos como la fricción del aire cuando el cuadrúpedo es sometido al viento, el cual nunca es uniforme en todas las pruebas.

En la Tabla 2 se puede observar que no hay resultado tridimensional en calidad baja y media con 18 fotografías, ya que la densidad de puntos en común entre las imágenes no es suficientemente intensa para crear un mínimo modelo 3D y por ende, COLMAP no puede crear el archivo .ply. Sin embargo, a calidad alta se puede apreciar en la Figura 1 la parte trasera del peluche con buen detalle, pero la parte delantera fue omitida por la falta de imágenes por ese sector, el nivel de detalle por ser parte del rostro y la vestimenta. Otro aspecto para tomar en cuenta es la sombra, puede afectar la intensidad del color.

El tiempo es directamente proporcional de la cantidad de fotografías y de la calidad del proceso de fotogrametría, porque de 18 (una vuelta) a 54 (tres vueltas) fotografías a la misma calidad, la diferencia pasa de ser segundos a minutos respectivamente. De igual manera sucede con la misma cantidad de imágenes, pero con diferente calidad, entre mayor sea la calidad, más tiempo consume la técnica.

En la Figura 2 se puede ver una leve silueta el peluche con 54 fotografías, pero a una calidad baja, todavía no se encuentran los suficientes puntos en común para obtener un resultado más fiel al real.

En la Figura 3, la abstracción es mejor que en la anterior al estar en una calidad media, pero con el doble de tiempo de ejecución del proceso.

Finalmente, en la Figura 4 se muestra un mejor resultado a calidad alta, más cercano al real, no obstante, el tiempo es seis veces mayor al de la calidad media. Entre mayor sea la cantidad de fotografías, mejor es el resultado. De esta manera se puede cumplir con el objetivo de poder validar el modelo tridimensional.

Las partes muertas o sin relleno es por la sombra que se genera entre las articulaciones o falta de luz homogénea en toda la superficie del muñeco. De igual manera, el algoritmo está diseñado para aumentar la cantidad de vueltas y puntos intermedios, siempre tomando en cuenta que el desplazamiento horizontal entre dichos puntos debe ser mínimo de 20 cm para que sea un movimiento permitido por el dispositivo UAV.