

**Reconstrucción de imágenes tomadas por dron para modelar
automáticamente entornos inmobiliarios en 3D**



USAL
UNIVERSIDAD
Fernández Nuñez Agustín
DEL SALVADOR

Facultad de Ingeniería, Universidad del Salvador

Proyecto Final

Prof. María Isabel Gouget

Tabla de contenidos

Abstract	5
Tabla de figuras	6
Capítulo 1 – Introducción	9
Capítulo 2 - Metodología y procedimientos	14
Metodología general	14
Procedimiento para este trabajo	15
Capítulo 3 - Síntesis de la literatura consultada	17
Marco teórico	17
Vehículo aéreo no tripulado	17
Fotografía aérea y vuelo	18
Uso de drones para fotografía aérea	19
Conceptos importantes de fotografía aérea	21
Plan de vuelo	25
Planificación del vuelo	26
Ejecución del vuelo	27
Procesamiento de imágenes	29
Computer vision	29
Formación de imagen y calibración de cámara	31



	3
Structure from motion	33
Reconstrucción de superficie	38
Texturizado	40
OpenDroneMap	41
Salida	42
Estado del arte	43
Capítulo 4 - Justificación técnico económica	46
Factibilidad técnica	46
Factibilidad económica y análisis de impactos	47
Análisis de impactos	48
Supuestos y restricciones	49
Supuestos	49
Restricciones	50
Riesgos	51
Capítulo 5 – Presentación de resultados	52
Primera misión	52
Plan de vuelo	52
El vuelo	54
Procesamiento	54
Resultados	54



	4
Conclusiones primera misión	57
Segunda misión	58
Plan de vuelo	59
El vuelo	60
Procesamiento	61
Resultados	62
Resumen de resultados de segunda misión	68
Tercera misión	69
Plan de vuelo	70
El vuelo	71
Procesamiento	72
Resultados	73
Resumen resultados tercera misión	76
Integrando los entornos en un motor gráfico para uso inmobiliario	77
Combinando la iluminación (con Unreal Engine)	77
Resultados	78
Encuesta a profesionales sobre los resultados	84
Capítulo 6 - Conclusiones	86
Futuras líneas de investigación y recomendaciones	87
Referencias bibliográficas	88



USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR

Abstract

La tecnología disponible hoy en día de automatización de vuelo de drones y de procesamiento de imágenes con *computer vision* nos abren las puertas a numerosas aplicaciones innovadoras. En este trabajo aplicamos y evaluamos esta tecnología como técnica para generar modelos 3D de entornos exteriores de renders inmobiliarios de casas y departamentos, con el objetivo de proveer una mayor inmersión con un entorno similar al real y que al mismo tiempo permita recorridos virtuales en tiempo real. Para esto, se tomaron imágenes aéreas de distintas áreas urbanas (del tamaño de algunas manzanas) con un dron DJI Mavic Mini realizando vuelos automáticos mediante el planificador de vuelo DroneLink. Estas imágenes luego se procesaron con OpenDroneMap generando modelos 3D, utilizando distintas combinaciones de imágenes de vuelos y de parámetros, y buscando la combinación adecuada para producir una buena calidad de modelo manteniendo el menor costo posible. Una vez encontrada esta combinación, se utilizaron los modelos resultantes como entornos exteriores en distintos ejemplos de renders inmobiliarios o recorridos virtuales. Finalmente, se evaluó y comprobó la mayor efectividad de esta aplicación en términos de realismo e inmersión en comparación con los entornos utilizados tradicionalmente.

Tabla de figuras

Ilustración 1: Exterior de render de casa con foto estática.....	10
Ilustración 2: Entorno con foto 360° estática de la terraza de un edificio en altura.....	11
Ilustración 3: Ejemplos reales de renders 3D de casas de un barrio residencial.....	11
Ilustración 4: Fotos del entorno real de las casas de los renders de la ilustración 1.	12
Ilustración 5: Ejemplos del aspecto de un dron de alas rotatorias y de alas fijas.....	18
Ilustración 6: Ortofotografía tomada con dron de un barrio de Bérgamo, Italia.....	21
Ilustración 7: Modelo 3D de un DEM del cañón Tithonium Chasma en Marte	22
Ilustración 8: Superposición frontal y lateral.	23
Ilustración 9: Ángulos en la toma de fotografías con dron	24
Ilustración 10: Ejemplo de una placa que sirve como GCP	24
Ilustración 11: Recorrido de un vuelo para toma de imágenes	25
Ilustración 12: Proyección del mundo en una cámara estenopeica.....	31
Ilustración 13: Partes internas de una cámara	32
Ilustración 14: Efectos de los distintos tipos de distorsión radial en una imagen.....	33
Ilustración 15: Correspondencia de puntos entre dos imágenes distintas de la fachada de la catedral de Notre Dame	35
Ilustración 16: Triangulación de un punto a partir de dos imágenes	36
Ilustración 17: Triangulación de un punto a partir de dos imágenes, considerando el error ...	37
Ilustración 18: Representación de reconstrucción de nube de puntos a una malla poligonal (mesh)	38
Ilustración 19: Representación 3D de la separación de la región encerrada por la nube de puntos.....	40

Ilustración 20: Nube de puntos obtenida con ODM.....	44
Ilustración 21: Áreas de interés y recorrido en pastizal y estación de servicio.....	53
Ilustración 22: Recorrido vuelo en barrio residencial	53
Ilustración 23: Ortofotografía obtenida del pastizal.....	55
Ilustración 24: Modelo 3D obtenido del pastizal	55
Ilustración 25: Modelo 3D obtenido de la estación de servicio	56
Ilustración 26: Modelo 3D obtenido de la zona residencial.....	56
Ilustración 27: Fotografía de la fábrica abandonada	58
Ilustración 28: Área de vuelo de la fábrica abandonada	60
Ilustración 29: Modelo 6 (frente)	62
Ilustración 30: Modelo 6 (contrafrente)	63
Ilustración 31: Calidad nube de puntos normal (izq.) y alta (der.)	64
Ilustración 32: Vista del techo del edificio en wireframe	65
Ilustración 33: Textura sin el parámetro (izq.), y con el parámetro (der.)	66
Ilustración 34: Modelo 3 (izq.) y modelo 8 (der.).....	66
Ilustración 35: Efecto del ocultamiento con la inclinación de la cámara.....	67
Ilustración 36: Predio de la Universidad del Salvador.....	69
Ilustración 37: Área de interés con los dos recorridos perpendiculares a 45°	70
Ilustración 38: Segunda área (adicional) de recorridos.....	71
Ilustración 39: Modelo 12 (con cielo artificial simulado).....	74
Ilustración 40: Modelo 12.	74
Ilustración 41: Modelos 4 (calidad high), 6 (ultra) y 9 (ultra) respectivamente.	75
Ilustración 42: Modelos 4 (high) y 6 (ultra), respectivamente.	76

Ilustración 43: Exterior casa en modelo USAL	79
Ilustración 44: Interior casa en modelo USAL	79
Ilustración 45: Departamento con vista a USAL	80
Ilustración 46: Departamento con vista a USAL	80
Ilustración 47: Paralaje visible al desplazarse en el inmueble en tiempo real	81
Ilustración 48: Departamento con vista a bosque (en Waterbury)	81
Ilustración 49: Departamento con vista a bosque (en Waterbury)	82
Ilustración 50: Departamento con vista a zoológico	82
Ilustración 51: Departamento con vista a zoológico	83
Ilustración 52: Modelo 3D del campus de la USAL	86



USAL
UNIVERSIDAD
DEL SALVADOR