

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

En este primer capítulo se realiza una introducción general al proyecto, presentando a su vez la motivación del mismo y el objetivo principal perseguido.

La tecnología **LIDAR (*Light Detection and Ranging*)** proviene de la aplicación de la tecnología láser al principio de funcionamiento del RADAR (*Radio Detection and Ranging*). Ésta ha resultado ser de utilidad en numerosas aplicaciones de diversos ámbitos, como por ejemplo en la astronomía, geología, robótica y otros. Concretamente, la tecnología LIDAR se ha utilizado ampliamente en el campo de la topografía, para obtener información acerca de la estructura del terreno, de la vegetación o de edificios. Anteriormente se utilizaban otras técnicas para obtener información acerca de las características del terreno, sin embargo, según se explica en (1), la tecnología LIDAR presenta numerosas ventajas que la han convertido en la técnica preferida para generar **Modelos Digitales del Terreno (MDT)**, que no son más que representaciones digitales tridimensionales de una superficie terrestre.

Aproximadamente, en los últimos diez años ha sido común encontrar sistemas basados en la tecnología LIDAR integrados en aeronaves grandes, que son tripuladas por el hombre y transportan ordenadores potentes, capaces de procesar la gran cantidad de datos que genera un sistema de este tipo. Un ejemplo de esto es el caso presentado en (2); sin embargo, estos sistemas han resultado ser costosos, económicamente hablando, cuando se han utilizado aeronaves tradicionales para generar MDTs de grandes superficies con una densidad de puntos elevada. Éste es uno de los motivos por los que se han investigado alternativas más baratas, como son la integración de dichos sistemas en aeronaves de pequeño tamaño y UAVs. En (3) se describe una solución económica para generar mapas digitales del terreno precisos utilizando como plataforma un UAV.

Se puede decir entonces que hasta hace pocos años atrás no ha sido común encontrar sistemas basados en la tecnología LIDAR transportados por aeronaves de pequeño tamaño, como son las que se han utilizado en este proyecto (Figura 1). Aparte de los motivos económicos, el uso de aeronaves pequeñas en este tipo de aplicaciones también se ha visto propiciado por el avance experimentado en otras tecnologías y dispositivos como son los computadores de pequeño tamaño (SBC o *Single Board Computer*), y la miniaturización de las unidades de medidas inerciales (*Inertial Measurement Unit* o *IMU*) gracias a los sistemas MEMS (*Microelectromechanical Systems*). Algunos de estos avances se presentan en estudios como (4), (5) o (6).



Figura 1. Aeronave utilizada en el proyecto

En diversos estudios se han propuesto soluciones para generar MDTs de manera económica utilizando la tecnología LIDAR, estableciendo un compromiso entre las dimensiones de la superficie de la que se va a generar el MDT (por lo general grande) y la densidad de puntos que se obtienen del escaneado de la misma. Sin embargo, existen aplicaciones en las que no se puede escatimar en la densidad de puntos ya que están interesadas en los pequeños detalles de la superficie como pueden ser árboles o farolas. También es cierto que el área escaneada en estas aplicaciones suele ser de menor tamaño que las que se tienen por fin generar mapas de grandes extensiones de terreno. A este tipo de aplicaciones se las relaciona con el término inglés *Fine-Scale Mapping*, haciendo referencia a la alta densidad de puntos que utiliza para generar el MDT. Algunos ejemplos de estas aplicaciones son: *Estimación de la altura de los árboles*, *detección de postes*, *detección de carreteras* o *refinamiento de MDTs basado en multi-eco*. En (7) se describe un sistema basado en tecnología LIDAR integrado en un mini-UAV y se presentan las capacidades del sistema para las aplicaciones antes mencionadas.

Atendiendo a las conclusiones de (7), el uso de aeronaves de pequeño tamaño en aplicaciones basadas en la tecnología LIDAR, y de tipo *Fine-Scale Mapping*, ha demostrado ser de gran utilidad y presenta numerosas ventajas frente a otras alternativas. Además los autores hacen hincapié en que hay mucho camino aún por recorrer y aspectos que investigar en aplicaciones de este ámbito.

Todo lo descrito hasta ahora se ha convertido en la motivación y motor de este proyecto, cuyo objetivo principal puede resumirse en la siguiente frase:

El objetivo principal de este proyecto es la creación de un prototipo basado en la tecnología LIDAR que, junto con una unidad de medidas inerciales y un pequeño computador, compongan un sistema para ser integrado en una aeronave de pequeñas dimensiones (como por ejemplo pequeños UAVs), y que permita generar modelos digitales del terreno (MDTs) de las superficies sobrevoladas.

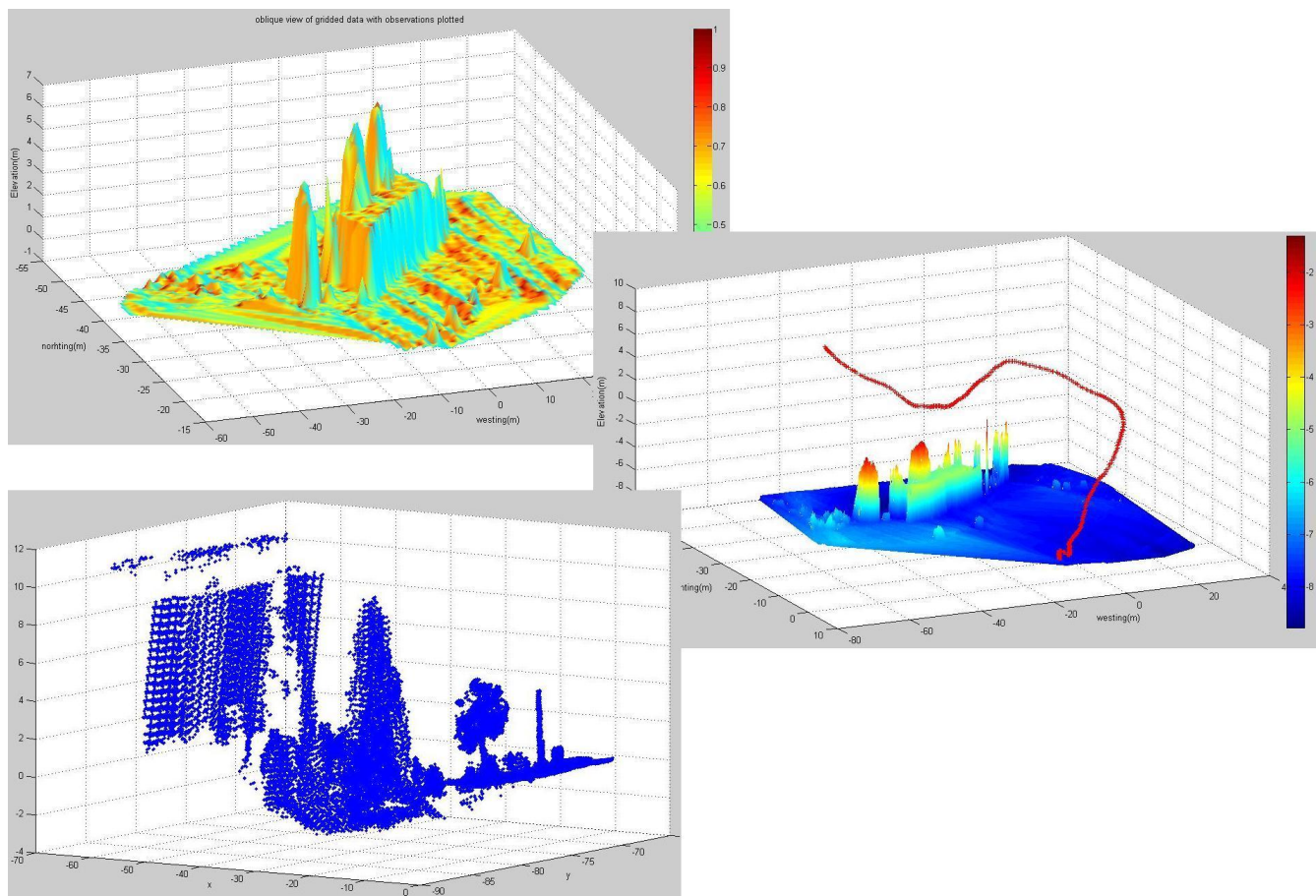


Figura 2. Algunos MDTs generados con el sistema

El presente documento describe el trabajo realizado acerca del diseño del sistema basado en la tecnología LIDAR que permita alcanzar el objetivo principal planteado. El fin último del proyecto es la generación de MDTs de las superficies que sean escaneadas, como puede verse en la Figura 2, pero sin estar asociado a otros ámbitos de aplicación como por ejemplo puede ser la determinación de la altura de los

árboles que se ha mencionado anteriormente. Éste tipo de aplicaciones requiere de un post-procesamiento de la nube de puntos del MDT que queda fuera del alcance de este proyecto y se deja como una futura ampliación del mismo.

Las partes principales que componen este proyecto se presentan a continuación, así como la metodología que se ha seguido a la hora de redactarlo, ya que es muy similar a la que se siguió durante el desarrollo del mismo.

En primer lugar se llevó a cabo **un estudio de los componentes** necesarios para construir un sistema de este tipo, y encontrar unos adecuados para las prestaciones y el tamaño de una aeronave de pequeñas dimensiones. En esta parte del proyecto fue necesario estudiar tanto conceptos básicos de navegación aérea, como el funcionamiento del hardware utilizado.

En segundo lugar, se dedicó un esfuerzo considerable al desarrollo del software que gobierna el proceso de **adquisición de datos**, que se realiza durante el vuelo de la aeronave, coordinando el funcionamiento de la unidad de medidas inerciales y el escáner láser aerotransportado (*Airborne Laser Scanner* o *ALS*) de forma que los datos se recojan de forma sincronizada.

En tercer lugar, se desarrolló el código necesario para **procesar los datos** procedentes de la etapa de adquisición y así corregir las orientaciones y posición de la aeronave en cada instante, implícitas en las coordenadas obtenidas, dado que el sistema es de tipo *strapdown* y está sujeto a la dinámica de la aeronave. Como resultado del procesamiento se obtienen unas coordenadas que coinciden (con cierto grado de aproximación) a las que realmente tienen los puntos de la superficie terrestre analizada. El lenguaje de programación utilizado para desarrollar el código de esta etapa y la anterior fue **C/C++**, dentro un entorno de desarrollo **Linux**.

Por último, se trabajó en la **representación del modelo digital del terreno**. Para este fin se utilizaron los recursos que proporciona la herramienta software **MATLAB**, desarrollando **diferentes aplicaciones** sobre su entorno para así obtener distintos tipos de representaciones.

De acuerdo a lo anterior se ha organizado el contenido del documento en los siguientes capítulos:

1. Introducción
2. Fundamentos
3. Componentes del sistema
4. Adquisición de datos
5. Procesamiento

6. Representación

7. Conclusiones y desarrollos futuros

Los **resultados** obtenidos han sido muy satisfactorios ya que, se han obtenido **MDTs con gran similitud a las superficies sobrevoladas con la aeronave** (Figura 71 y Figura 72). Esto convierte al proyecto en un punto de partida apropiado para futuros desarrollos, de manera que se continúen mejorando este tipo de sistemas, haciéndolos más eficientes, precisos y baratos.