

ENTRELAZANDO UAV Y SOFTWARE

# UAS de baja velocidad y baja altitud

Con los sistemas operacionales aéreos no tripulados (UAS) de hoy en día, la fotogrametría ha entrado en una nueva era. Sin embargo, no todos los vehículos aéreos no tripulados (UAV) son adecuados para la cartografía aérea. La capacidad de volar a baja velocidad y baja altura, manteniendo una alta tolerancia al viento es esencial. El autor presenta un UAS en el que las características de vuelo favorables de un UAV en particular están fuertemente entrelazadas con la adaptada planificación de vuelo y el software de procesamiento para generar mapas de alta precisión, incluyendo la posibilidad de restitución estéreo.

¿Puede la tecnología UAS competir con la agrimensura estándar? UAS es una valiosa adición del satélite, fotogrametría aérea y agrimensura, ya que ofrece la posibilidad de combinar la alta precisión de la agrimensura con la facilidad de captura fotogramétrica de datos geográficos. Para lograr la fusión de tales beneficios, tres características son importantes: (1) una alta inmunidad a la intemperie, la luz y las condiciones del follaje que limitan los periodos operativos

de captura de imágenes mediante la fotogrametría a gran altitud; (2) el apoyo de mapeo 2D/3D para usos topográfico y catastrales, así como el modelado 3D de edificios y otras construcciones, y (3) de alta resolución del suelo o de la distancia de muestra de suelo (GSD) y precisión de la agrimensura, que se limitan a la fotogrametría a gran altitud.

## PROVISIONES

Las dos primeras condiciones son fáciles de cumplir debido a que la estabilidad y la fiabilidad de la mayoría de los UAS se controlan automáticamente mediante sensores y firmware sofisticado. Sumado a esto, es que un vuelo se puede realizar plenamente autónomo de acuerdo con un plan de vuelo pre - especificado, de modo que un operador de campo puede maniobrar el sistema con mínimo esfuerzo y altamente independiente de las condiciones climáticas. El modelado 3D es

habilitado por la maniobra de actitud del multicoptero de manera tal que fachadas y otros elementos verticales de las estructuras 3D son capturados por imágenes oblicuas. Sin embargo, la creación de imágenes de alta resolución y alta precisión requiere de disposiciones específicas relativas a velocidad, altitud y estabilidad de los UAS, así como la configuración de la imagen. Cuanto menor es la altura, mayor será la precisión, pero también mayor será la escala de los objetos, mientras que la oclusión hará los objetos invisibles. Este problema sólo se puede solucionar por las altas superposiciones y las imágenes de alta resolución, que requiere - teniendo en cuenta las cámaras digitales compactas - velocidad reducida de los UAS. Sin embargo, mientras menor sea la velocidad, los UAS se verán más afectados por el viento y la turbulencia, y menor será el área que puede ser capturada en un vuelo, ya que el tiempo que un



**Dr. Lomme Devriendt** recibió un doctorado en la Universidad de Gante (Bélgica) en el campo de la geografía. Él es jefe del Departamento de Fotogrametría en Orbit Geospatial Technologies, con sede en Bélgica. La compañía se especializa en fotogrametría y la cartografía móvil.

✉ [lomme.devriendt@orbitgis.com](mailto:lomme.devriendt@orbitgis.com)



▲ *Figura 1, Microdrones MD4 - 1000 en funcionamiento.*



► *Figura 2, Creación de mapas sobre una DPW utilizando visualización estéreo strabox(izquierda) y la visualización anaglifo estéreo.*



UAS puede permanecer en el aire se cuenta en minutos en lugar de horas. Extender el vuelo y garantizar la estabilidad requiere una distribución inteligente de energía.

**MICRODRONES**

Con un diámetro de 103 cm. y una altura de 50 cm., los Microdrones MD4 - 1000 de tamaño medio, no sólo vuelan a una altitud de hasta 5 Km., sino que también pueden funcionar a bajas altitudes, a baja velocidad y, por lo tanto, garantizar superposiciones de alta precisión (Figura 1). Este UAS es fácil de operar y puede permanecer en el aire durante un máximo de 88 minutos gracias a su distribución inteligente de energía (es decir, el firmware desarrollado sobre el principio cuadrocóptero que se personaliza

Altura de Vuelo	70m
GSD	1.2cm
Superposición a lo largo de / a través de	60% / 30%
Vuelo continuo	Yes
Cobertura/hora	28.79ha
Escala de imagen	1:2900

▲ *Tabla 1.*

para velocidades bajas RPM y se basa en una actitud inteligente, altitud y el rumbo del sistema de referencia (AAHRS) utilizando tipos de sensores como acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, presión atmosférica, humedad y temperatura. Su alta fiabilidad (basado en una posición GPS dinámica, tecnología de saltos de frecuencia, procedimientos de aterrizaje automático, planificación de la cerca virtual, grabación en vuelo a bordo y en tiempo real, etc.) cumple con los requisitos legales de UAS de hoy y hace que sea más fácil obtener los permisos de vuelo. El tamaño de las cuatro hélices reduce el nivel de ruido (68 dBA a una distancia de 3 m.) y asegura la estabilidad: imágenes estables se pueden tomar hasta con una velocidad del viento de 7m/s (brisa moderada), y el sistema puede funcionar a una velocidad del viento de hasta 12 m/s (brisa fuerte). La estabilidad y fiabilidad son controladas automáticamente por sensores y firmware. Los UAS pueden llevar todo tipo de cámaras. Para fines cartográficos, la Olympus EP2- EP2-3, la Sony Nex-7, la Canon 550D-660D y Canon Mark III han sido probadas. El plan de vuelo de carga permite vuelo

autónomo y la captura de imágenes en las posiciones pre-especificadas, utilizando un sistema GNSS / IMU a bordo. Como resultado, un operador puede pilotar los UAS con un mínimo de esfuerzo en la mayoría de las condiciones climáticas. La Tabla 1 muestra las especificaciones típicas de un plan de vuelo.

**PLANIFICACIÓN DE VUELOS**

El desarrollo del software de planificación de vuelo se centró en la facilidad de uso y rápida preparación del plan de vuelo utilizando mapas o planos. El software de planificación de vuelo se puede manejar en un entorno GIS para que la preparación se pueda hacer en menos de cinco minutos, y en tan sólo unos pocos pasos:

- Definición del tipo UAS, el montaje de la cámara y especificaciones
- Esquema de la zona y la dirección de franja
- Altura de vuelo y ajustes de velocidad (por ejemplo, la velocidad horizontal dentro y fuera de las franjas, velocidad vertical), superposición a lo largo de / a través de, límite de tiempo de la batería, retorno a casa y opciones

de vuelo continuo, ajuste de las posiciones iniciales, tipo de vuelo (área, lineal, terrestre).

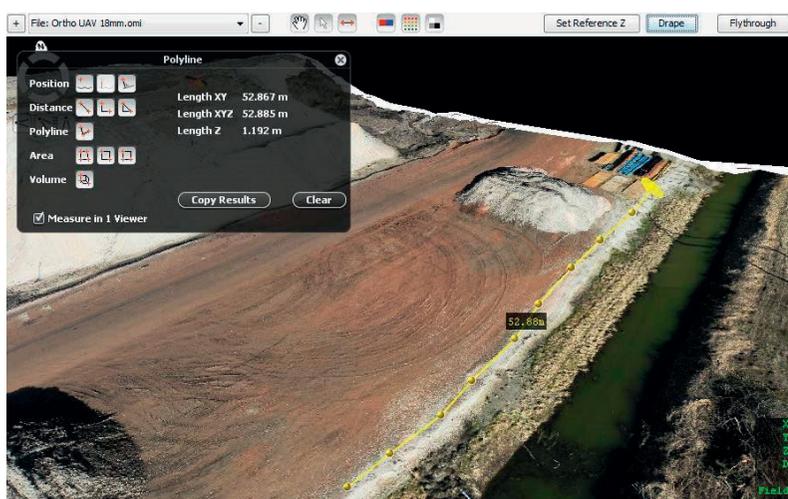
El plan de vuelo resultante establece las coordenadas (puntos de ruta) para el vuelo automatizado UAS.

### TRATAMIENTO

El ajuste de bloqueo de paquetes y la generación de modelos digitales de superficie (DSM) y ortoimágenes se realizan de forma totalmente automática mediante métodos de coincidencia de imagen bastante similares a la fotogrametría convencional. Sin embargo, la elevada relación altura de objeto/ altura de vuelo y las cámaras digitales compactas, requieren un software modificado para mejorar la detección de los puntos de amarre, apoyar algoritmos de coincidencia adicionales y visualizar el relativamente alto valor z de los objetos en un ambiente de estéreo fácil de usar (Figura 2). La adición manual de líneas de rotura en el DSM utilizando la herramienta de estéreo de la estación de trabajo fotogramétrico digital (DPW) mejora la visualización 3D y las ortoimágenes. La DPW permite la visualización estereoscópica de las imágenes por varios métodos: anaglifo, estereográfico y sistemas strabox. Con el fin de facilitar al operador humano la extracción de datos de vectores manualmente, las imágenes se han mejorado de forma automática utilizando histogramas.

## El software también apoya la integración de productos fotogramétricos con nubes de puntos

El software fotogramétrico Orbit está integrado en el software Orbit GIS, permitiendo el uso de herramientas de edición en modo estéreo y otras funcionalidades GIS mientras Orbit software también



▲ Figura 3, Datos vectoriales (línea amarilla) capturados, desde sistemas operacionales aéreos no tripulados (UAS), de imágenes superpuestas en una nube de puntos del sistema IPS2 de cartografía móvil de Topcon para un proyecto de carretera (izquierda) y para un proyecto de una nueva zona residencial.

apoya la integración de productos fotogramétricos con nubes de puntos

adquiridos por escaneo láser y otros tipos de datos geográficos (Figura 3).

### OBSERVACIONES FINALES

Las pruebas han demostrado que después del ajuste de bloqueo de

paquetes, el promedio de residuos en los puntos de control en tierra son menores a un centímetro para las tres coordenadas. La precisión media de los puntos de medición de objetos es de 2 a 3 cm. para las coordenadas planares y 4 a 10 cm. para el componente de la altura a los que vuelan a alturas de entre 60 m. y 100 m. Este sistema UAS no sustituirá a la agrimensura en el corto plazo, pero demuestra que la tecnología es cada vez más adecuada para aplicaciones específicas. Los UAS están evolucionando rápidamente, y la maduración de su fotogrametría marca el inicio de una nueva era. ◀

# Enfoque tecnológico de los UAS

Un UAS destinado al mapeo, inspección o reconocimiento consiste en una mezcla de elementos incluyendo aeronaves, una estación de control terrestre (GCS), sensores de navegación a bordo, enlace de radio para el control manual de la aeronave, uno o más sensores de recolección de datos geográficos y un enlace inalámbrico para la transmisión de los datos registrados por los sensores de recolección de datos geográficos y de navegación a la GCS y PC, ordenador portátil o tablet (Figura 1).

Por lo general, la aeronave - ya sea de ala fija o rotatoria - será propulsada por un motor eléctrico alimentado por batería. Sin embargo, la depleción de la carga de la batería está usualmente contada en minutos en lugar de horas. Como resultado, un reconocimiento aéreo que dura un día puede requerir una serie de baterías por lo cual el peso compuesto excede el peso total de las otras partes del UAS. No obstante, las baterías de hoy en día pueden ser suficientemente potentes como para permitir una carga útil que es más pesada que la propia aeronave. Para propósitos de mapeado e inspección, el sensor a bordo será una cámara de alta resolución RGB, un sistema Lidar, una cámara de infrarrojo cercano o térmica de infrarrojo, una grabadora de vídeo o una combinación de estos sensores.

## PILOTAJE

Debido a que ningún operador humano está a bordo, la aeronave tiene que ser controlada por pilotaje remoto mediante un enlace de radio o (semi-) de forma autónoma. Vehículos dirigidos por control remoto (RPV) requieren ingreso de entrada continuo de un operador humano en tierra, que tiene una conexión inalámbrica al UAS a través de la GCS. Las imágenes o vídeos capturados por la cámara a bordo se transmiten al computador a través de un enlace descendente de datos en tiempo real, de manera que el operador de tierra puede tener la visión de un piloto como si estuviera al interior de la cabina.

Hoy en día, generalmente un UAS se controla por una sola persona y puede operar semi-automáticamente, a veces incluso hasta el nivel de despegue y aterrizaje automático. El operador sólo interviene cuando el UAS se encuentra con un obstáculo u otra amenaza potencial. La cámara u otros sensores de recolección de datos geográficos pueden ser montados de tal modo que éstos miren a nadir o puede estar unido a una bandeja lo cual puede rotar en torno a uno, dos o tres ejes perpendiculares para que la superficie pueda ser observada desde una variedad de ángulos. Con el fin de preservar un ángulo de visión fijo bajo la aeronave, el montaje puede ser equipado con un centro de estabilización incorporado. Ángulo de visión, exposición de imagen, zoom y otros parámetros de funcionamiento del sensor serán controlados por el plan de vuelo pre-cargado, pero el operador humano puede intervenir a través de la GCS si es necesario.

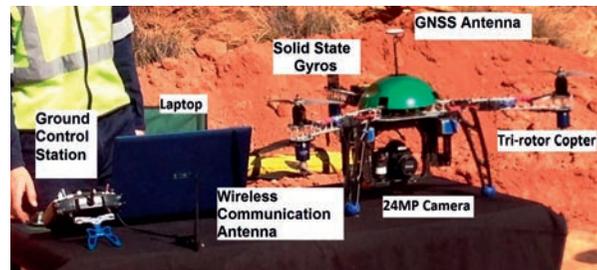


Figura 1. Componentes de un UAS, el helicóptero tri-rotor mostrado tiene dos hélices para cada rotor.

## CONTACTO VISUAL

La tendencia es hacia sistemas más autónomos. Orientación autónoma significa que el computador a bordo alimentado por las entradas del sensor está en pleno control, en lugar de un operador humano. Mientras que una orientación totalmente autónoma se utiliza actualmente para operaciones militares, el control de un operador humano se mantiene esencialmente para uso civil. En teoría un vuelo autónomo no requiere intervención humana después de despegar, pero en la práctica el operador mantendrá el contacto visual con la aeronave durante todo el vuelo. El uso de un sistema de guiado de vuelo es ahora común, permitiendo vuelos semi-autónomos. Una vez en el aire el UAS será dirigido por un piloto automático con el plan de vuelo pre-cargado, en otras palabras, el avión sigue un conjunto de puntos de interés pre-programados. Los sensores de núcleo que permiten auto-pilotaje son pequeños receptores GNSS y giroscopios de estado sólido, posiblemente acompañados de un barómetro para medir la altura sobre la tierra y una brújula para medir rumbo de la aeronave.

## ANTICIPARSE A LO INESPERADO

Situaciones inesperadas siempre pueden surgir, como un viento repentino pesado, quedarse sin energía o frente a un encuentro cercano con otro objeto (vuelo), por lo tanto, los sensores deben ser capaces de detectar lo inesperado, para evitar colisiones o accidentes. Muchos sistemas no sólo son capaces de detectar lo inesperado, pero si son capaces de determinar el curso correcto de acción, tales como maniobras de regreso de la aeronave al sitio de despegue, la identificación de un lugar adecuado para aterrizar o - en el caso extremo - la organización de una suave accidente que puede resultar en daños al UAS, pero evita las lesiones a humanos y animales, lo que podría salvar vidas. Un UAS semiautónomo también es capaz de monitorear y evaluar su propia "salud", el estado y la configuración dentro de sus límites programados. Por lo tanto, los sensores a bordo pueden detectar un motor defectuoso o daño de hélice de un MultiCopter y ajustar los otros rotores para compensar los defectos para garantizar que el UAS se mantiene estable en el aire y por lo tanto bajo control. ◀