

TFG

Jorge Vela Peña

19 de septiembre de 2017

# 1. Introducción

Cada vez es mas común el uso de drones para labores que pueden ser muy diversas, como puede ser grabar un plano para una película o mantener vigilado un lugar sobrevolando estas zonas. Pero para llegar al punto en el que estamos hoy primero hay que pensar en el inicio de éstos.

## 1.1. Historia de los drones

Los drones son conocidos como UAV (vehículos aéreos no tripulados). Estos vehículos no siempre se ha visto y pensado en ellos de la misma forma que ahora, pues en la actualidad se asocia a un aparato con varias hélices que puede volar en diferentes direcciones. Sin embargo, el primer registro de UAV se trata de un globo aeroestático en un entorno militar, ya que este se podía utilizar para sobrevolar una zona y lanzar bombas desde cierta altura sin necesidad de que hubiera ninguna persona en este y, por tanto, sin arriesgar una vida. Este UAV es muy distinto a lo que vino después, principalmente porque el motor de éste se trata de una bolsa que tiene un gas mas ligero que el aire, lo que le permite coger altura y jugar con las corrientes de viento para desplazarse en una dirección o en otra.

Más adelante, ya en la primera guerra mundial, se comenzaron a utilizar para sobrevolar las áreas enemigas y hacer fotos de estas para así tener un control de sus movimientos (en este punto nos damos cuenta de que el introducir una cámara en un UAV es algo que se hizo desde los primeros momentos, pero en ello ya profundizaremos más adelante). Estos vehículos eran aviones tripulados por radiofrecuencia, por lo que se dio un gran salto con respecto al anterior, pues era mucho más fácil su control, por lo que podían manejar su trayectoria con mucha más facilidad.

También durante la primera, pero más desarrollado para la segunda guerra mundial, se le dio uso a éstos para utilizarlos como explosivos, ya que podían seguir su trayectoria en todo momento y asegurarse que llegaban al destino correcto. Además de poder seguir a otros vehículos en movimiento del bando enemigo y así hacer que este no llegara a su destino.

Está claro que los inicios de estos tenían solo fines militares y que su desarrollo era exclusivamente para ello. En comparación con estos años, el avance sobre estos freno en gran medida y ya lo que se hacía era modificaciones para poder dar uso a lo que ya había, pues se utilizaban para vigilancia aérea en zonas de conflictos, lo que llevó a mejorar el sistema de control haciendo así que se pudieran manejar a una mayor distancia.

Destacar que fue alrededor de 1980 cuando se vio que la tecnología y el software de los UAV eran de gran fiabilidad y se podían asignar a estas tareas de mayor responsabilidad para no jugarse la vida de los pilotos. Decir como dato curioso, que una vez no estaban los pilotos en la cabina del vehículo se podía jugar con mayor libertad a la hora de realizar movimientos, ya que ciertos giros que los pilotos no podían realizar por ser demasiado bruscos para aguantarlos el cuerpo humano, ahora podían hacerlos con la brusquedad que permitiera el

sistema.

Tras esto ya en la decada de los 90 se da un avance muy importante, y es que se desarrolla el sistema GPS para el desplazamiento de estos vehículos. Esto permitía no depender de la radiofrecuencia, ya que con ésta vamos a tener un límite en distancia y no revisar los datos para ver en todo momento su situación y dirigir la trayectoria. Con éste sistema se traza una ruta al inicio y el UAV puede trabajar de forma autonoma.

Fue pasado el año 2000 cuando comenzó el uso de drones tal y como lo conocemos ahora, que son aparatos con diversos tamaños al que se le puede dar en gran medida un uso civil, pues mucha gente tiene uno solo por ocio. En este punto es destacable el rápido desarrollo que tuvieron en este aspecto. Han mejorado mucho en pocos años con respecto a los años anteriores, lo que ha llevado al punto de tener que crear leyes para restringir y controlar su uso. Son aparatos con muchas funcionalidades pero pueden ser aparatos muy peligrosos, por ejemplo, el manejarlos sobre carreteras transitadas, en caso de que haya algún fallo, puede provocar un accidente muy grave. Hoy en día está el problema que al no ser algo esperado, se han creado leyes para su control pero aún quedan muchos cabos sueltos, por lo que ciertas cosas que pueden suponer un gran peligro no estan reguladas y por lo tanto, pueden llevar a problemas. Al igual que cosas que no tienen peligro alguno y sin hacer un mal uso del drone, pueden acarrear multas inesperadas.

## 1.2. Estructura de un dron

Hay que destacar las partes que tiene un dron y su forma, pues es gran parte lo que lo hace tan especial,permite que tenga una gran libertad de movimientos, ya que puede moverse sin problema desde cualquier punto hacia los ejes X, Y y Z. Lo que ganamos con esto son cosas como poder permitirse un aterrizaje y un despegue totalmente vertical, sin depender de un espacio en el que cojer velocidad para poder levantar el vuelo, e igual con el aterrizaje, pudiendo el dron estando quieto en el aire bajar totalmente en vertical hasta tocar posarse sobre el suelo. Una vez en el aire pueden moverse adelante, atrás, izquierda, derecha, arriba, abajo y combinaciones de movimientos entre ejes, además de los movimientos Roll, Yaw y Pitch y sin necesidad de hacer movimientos bruscos. Sin embargo, en los anteriores UAV solo tenemos el movimiento hacia adelante, teniendo que jugar con Roll, Yaw y Pitch para poder movernos en los distintos ejes.

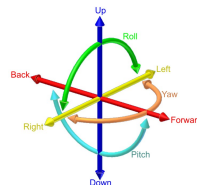


Figura 1: Esta imagen muestra los movimientos que tiene un dron.

Explicado esto, un desglose explicando cada una de las partes sería :

**Frame:** También conocido como marco, estructura o chasis. Es la estructura principal sobre la que se sitúan el resto de los elementos. Este variará su forma dependiendo del dron, variando la longitud de las patas o el número de soportes para hélices, por ejemplo. Esta puede estar hecha por diversos materiales, generalmente se trata de algún tipo de plástico, ya que es un material que tiene poco coste y pesa poco. Un ejemplo es el polipropileno, que es ligero y con mucha resistencia, lo que permite colocar sobre ella la batería. Otro material que suele utilizarse es la fibra de carbono, ya que se trata de un material que pesa poco y es muy resistente, aunque puede tener factores negativos como su conductividad. Por último, también nombrar la fibra de vidrio. Este material también es muy utilizado por ser ligero, y tiene características como que no es conductor de la electricidad. Es común ver estructuras híbridas entre distintos materiales, sobre todo juntando los dos tipos de fibra.

**Hélices:** Elemento formado por dos palas montadas de forma concéntrica sobre un eje, que al girar crean un par de fuerzas, permitiendo así el movimiento del dron.

**Motores:** Son los encargados de transformar la energía que llega en movimiento sobre el eje en el que se sitúan las hélices, para así permitirles a estas hacer su trabajo. Este a su vez tiene distintos parámetros que serán principalmente los que permitan al dron llevar mayor velocidad.

El número de vueltas que dé por minuto, lo que dependerá de los KiloVoltios. Este suele estar en torno a 800-900kV.

El tamaño que éste tenga. Al mirar las especificaciones de un dron está en un número de 4 dígitos, en el que los dos primeros hacen referencia al tamaño del rotor y los otros dos al tamaño de la bobina.

El empuje, valor que hacer referencia al peso que puede levantar el motor.

La corriente, que se trata de la energía (amperios) que se consume cuando el motor está al máximo.

**Batería:** Encargada de proporcionar la energía suficiente para que el dron pueda realizar un vuelo, permitiendo trabajar a la placa controladora y motores. La característica principal de las baterías son los miliamperios, ya que es la que permitirá una mayor capacidad y por lo tanto que el dron tenga un mayor tiempo de vuelo. Existen baterías de muy diversos tamaños, desde los 350 mah en drones de juguete a, por ejemplo, los 4500mah que tiene la batería del dron 3DR solo. También es importante la tasa de descarga, que se trata de la máxima energía que puede entregar y el periodo de tiempo durante el que puede hacerlo. Normalmente los drones traen sistemas de alerta que avisan cuando a la batería le queda poca energía, o que cuando queda un valor menor a cierto porcentaje de carga no permite despegar el dron, evitando así que se quede sin energía a mitad de un vuelo.

**Equipo de transmisión:** Es el encargado de que se comunique el dron con una estación receptora. Este puede variar en función del aparato ya que se pueden usar diferentes tecnologías, pero principalmente se trata de radiofrecuencia o de Wifi. Existen casos, como el modelo 3DR que combina ambas

tecnologías, utilizando la radiofrecuencia para la información del movimiento, batería y posicionamiento, y el WiFi para la transmisión de imágenes en directo. Podemos encontrar distintos equipos de sistemas de transmisión, uno de los últimos y más destacables es **Hyperion**, que utiliza un sistema óptico de comunicaciones capaz de transmitir hasta 1Gb por segundo, lo que permite la transmisión de datos mediante la luz directa. La principal característica de éste es que no pierde información cuando no hay contacto directo entre las dos estaciones. Pero vía WiFi es algo muy utilizado en los últimos momentos, pues permite controlar el dron desde una aplicación móvil, por lo que conectando estos dos tendríamos un mando que nos permite cambiar gran parte de la configuración del dron. También existen dispositivos que permiten el control mediante Bluetooth, pero este es menos común ya que tiene mayor restricción de velocidad de datos y distancia.

**Placa controladora:** Es el procesador del dron, el que se encarga de recoger la información del dron y cuando le llega una orden ver que información tiene que mandar para que ésta se ejecute de forma correcta, así como en caso de haber un problema tratar de evitarlo. Este es básicamente el hardware que utiliza el dron, hay una gama muy amplia dentro de éste, donde podemos encontrar algunos muy importantes como:

- Pixhawk: Este es el más utilizado debido a que trabaja con 3DRobotics y Ardupilot. Este sirve para diversos dispositivos como son drones, helicópteros y barcos. Esta pensado para cualquier vehículo que tenga movimiento.
- Pixhawk2: Es una versión avanzada de la placa anterior. Este tiene mejoras como aislamiento de vibraciones, 3 IMUs para redundancia (3 acelerómetros, 3 giroscopios, 3 magnetómetros y 2 barómetros) y sensor para controlar la temperatura.
- PixRacer: Éste se ha desarrollado para los drones de carreras, aunque también se utiliza en minidrones. Suele tener una mayor memoria flash.
- Navio2: Piloto automático diseñado de Raspberry Pi. Te permite convertir esta en un controlador de dron.
- PXFmini: Se trata de otro piloto automático de Raspberry Pi. Este tiene la electrónica para la mayoría de los componentes que puede utilizar un dron.
- FlytPOD: Este se trata de una placa Odroid XU4 SBC junto con una PixHawk. Puede volar diversos vehículos aéreos y su principal característica es el WiFi que tiene integrado. Existe una placa FlytPOD pro que se trata de una versión extendida de la anterior, teniendo todas sus características, pero con más sensores y mayor capacidad de almacenamiento.
- U-Pilot: Este hardware se caracteriza por servir para diversos vehículos aéreos, siendo programable para realizar todas las acciones de su camino de forma automática. Su radioenlace con frecuencia en torno a 900Mhz permite controlar el dispositivo a una distancia de 100km.

Hay que destacar un elemento importante como es la **camara**, que aunque no todos los drones la llevan sí que es algo bastante común. Algunos la llevan incorporada (incluso dos camaras, una que apunta hacia la parte de delante y otra que apunta la parte de abajo) y otras que traen soporte para poder incorporar ciertas camaras, normalmente consideradas camaras de acción, para así obtener una mejor calidad, e incluso incorporar adaptadores como puede ser una Gimbal para controlar la parte hacia la que queremos que apunte la camara en cada momento o utilizarlo como estabilizador, para evitar así que afecten a la imagen diversos movimientos, generalmente bruscos, que pueda realizar el dron. Cabe destacar que en muchas ocasiones, utilizado normalmente para carreras de drones, la cámara sirve para integrar la tecnología FPV (First Person View), que es junto a la cámara, el transmisor de vídeo y el receptor de vídeo, poder ver en tiempo real las imágenes sobre una pantalla LCD o utilizando unas gafas de realidad virtual. En este aspecto, en los últimos años se ha visto por otro lado un gran avance de la realidad virtual, y es también hay una gran variedad en este mundo, pues existe una gama que va desde las *cardboard*, que permiten con un trozo de cartón y un par de lentes, poniendolos de cierta forma y con el uso de un smartphone, tener de forma sencilla unas gafas 3D, hasta gafas para la videoconsola que te permiten entrar en el videojuego, añadiendo una gran calidad de imagen y con un sonido envolvente para entrar de lleno en el ambiente. Pero una de las cosas más impactantes es el conjunto que se ha creado con el dron **FLYBI**, estando éste conectado a unas gafas de realidad virtual que tienen sensor de movimiento, lo que te permite sentir que eres tú el que vuelas y el que estás en el lugar del dron, y con cualquier movimiento que sientan las gafas la cámara del dron lo imitará. En caso de que esto parezca incomodo el dron tiene un joystick con el que enviará la información de los elementos a realizar a la cámara.

### 1.3. Software de los drones

Como bien sabemos, éste es el programa que va a permitir actuar al dron y poder realizar diversas tareas. El software del dron será el que va instalado en la placa controladora, y por tanto el que se ejecute para enviar las ordenes correctas en cada momento a los diversos elementos del aparato. Logicamente, con el avance de los drones que ha habido en los últimos años, el software ha cambiado mucho, añadiendo las necesidades que se iban dando fuera del mundo militar para el que comenzó el desarrollo. Hay diversos softwares que permiten el manejo de los drones, algunos relevantes son:

**Ardupilot:** Es un sistema OpenSource encargado de recibir la información que se le da y de esta forma enviar las señales correspondientes a los actuadores. Este software se caracteriza por la variedad de dispositivos que puede llegar a controlar, ya que trabaja con diversos dispositivos aéreos (aviones, helicópteros, drones, etc) y con dispositivos marinos (como pueden ser los barcos y submarinos). Este ha tenido un gran desarrollo debido a su principal característica: OpenSource. Hay mucha gente creando interfaces para este y dichos usuarios comparten sus avances con el resto. A partir de éste han nacido con-

troladores como Ardupilot Mega. El problema que tiene dicho software es que solo permite trabajar con plataformas de los mismos creadores, lo que lleva al siguiente software.

**Megapirate-NG:** Apareció como desarrollo del anterior. La funcionalidad de uno y otro es practicamente la misma, con la diferencia de que éste permite trabajar con Hardware de otros creadores. El problema es que siempre depende de Ardupilot, por lo tanto sus funcionalidades, aunque sean mas cómodas para trabajar, puede que esten atrasadas.

**MultiWii:** Éste se propuso como radiocontrol para drones. Es un sistema que fue creado por los desarrolladores y con los sensores (giroscopios y acelerómetros) de la Nintendo Wii. Es una plataforma basada en arduino, con el factor en contra de tener una funcionalidad bastante limitada.

Estos primeros son los softwares principales que estarían sobre el vehículo, pero también estan los programas que se ejecutarían en otros dispositivos como el ordenador o el teléfono móvil para ver la información que este nos envía. Normalmente el fabricante del drone tiene ya un programa que realiza esta función.

En este punto es importante el protocolo de comunicación que habrá para comunicarse el vehículo con la estación terrena. Aquí hay un protocolo que destaca sobre los demás, el **MAVLink** (Micro Air Vehicle Communication Protocol). Éste protocolo tiene la información contenida en ficheros .xml, lo que permite utilizarlo en diversos lenguajes de comunicación, lo que conlleva una mejora notable en su desarrollo. Al tener el fichero .xml los tipos de mensaje, permite con facilidad añadir nuevos tipos para asignar una tarea nueva a cada uno. Otra ventaja de este es que hay muchos software de drones que lo soportan, como pueden ser Ardupilot, Autopilot, algunos derivados de estos y otros como Gentlenav o Flexipilot, y desde la estación tierra algunos como MAVProxy, Mission Planer o APM planner. Un problema en este protocolo es que los datos no estan encriptados en la comunicación, por lo que es mas facil un ataque y que se manipulen los datos, siendo detectable si se hace perder algun dato ya que se utiliza CRC (codigo de redundancia cíclica para detectar cambios en los datos, este se utiliza en protocolos como TCP). MAVLink utiliza otro software llamado MAVProxy para poder acceder a los datos del vehículo, como la velocidad y las imágenes, lo que nos permitirá también saber que datos mandarle para que funcione de forma correcta.

A parte de todos estos, existen también otras infraestructuras software como puede ser **JdeRobot**. En sí JdeRobot se trata de un software de desarrollo para robótica y aplicaciones de visión por computador. Éste puede trabajar con distintos sensores que le proporcionan información, en caso del drone con la información que le permite Ardrone Server, y gracias a esto puede controlar el dispositivo y ver los distintos datos de este. Con JdeRobot es muy sencillo tomar el control del hardware gracias a su programa de control. Tiene una gran API que permite realizar diversas tareas como trabajar con aparatos reales o simulados, y conectarse a ellos de forma local o a través de la red. Decir que para el trabajo realizado, esta plataforma ha sido muy importante, pues su componente para la cámara, su aplicación para filtros de color y la posibilidad

de realizar diagramas de estado permite tener en todo momento datos importantes del dron y poder mantenerlo bajo control sin ningun problema. Destacar que se trata de un sistema OpenSource que permite trabajar con simuladores como Gazebo y con ayuda de librerias como OpenCV.

Ya que este proyecto se ha desarrollado en python, hay que destacar algunas librerias y herramientas muy importantes para la creación de un buen software, lo que permitirá una mejor y más rápida ejecución.

- OpenCV: Se trata de una biblioteca de visión artificial. Esta biblioteca está implementada en C++, pero se puede utilizar en los distintos lenguajes como C++, C, python y Java. Es una biblioteca utilizada por miles de usuarios y tiene funciones que te permiten detectar movimiento, reconocer objetos, reconocimiento facial y trabajar sobre imágenes (modificando datos de éstas), mostrando, guardando y creando nuevas imágenes, cambios de valor sobre pixeles concretos para que sea mas sencillo ver el proceso que se esta realizando. Está disponible para los diversos sistemas operativos y se utiliza mucho para software de visión. Se trata de una librería opensource y por lo tanto su desarrollo puede avanzar a gran velocidad ya que todo el mundo puede contribuir y compartir este.
- PIL: Esta librería permite la edición de imágenes desde python. Tiene una gran variedad de operaciones que permite el realizar diversos cambios como puede ser rotación, escalado o manipulación de píxeles en imagenes, además de cargar y guardar estas para trabajar con ellas o una vez estén modificadas.
- NumPy: Se trata de un paquete en python que permite la computación científica. La principal característica son las matrices multidimensionales que permite hacer y el conjunto de funciones matemáticas que tiene para poder operar. NumPy permite ejecutar a gran velocidad las operaciones deseadas. En ocasiones los datos obtenidos en operaciones con la biblioteca OpenCV son almacenados en matrices NumPy, pues en realidad estas imágenes son matrices de datos a las que se le dan ciertos valores para luego poder representarlas, y acceder a estas estructuras se puede hacer de forma mas sencilla con un bajo coste computacional, además de permitirte interoperabilidad con otros paquetes como scipy o matplotlib.
- Scipy: Esta librería Opensource permite trabajar con diversos algoritmos matemáticos de gran capacidad ya que tiene modulos para la optimización de funciones.

Cabe destacar las diferencias que tiene este lenguaje de programación respecto a otros. La principal diferencia es que se trata de un lenguaje interpretado, por lo que podríamos decir que sus programas hacen una compilación en directo, es decir que mientras compilan ejecutan, lo conlleva que no haya errores de compilación sino que sean errores en ejecución. Este tiene ventajas como la simplicidad para escribir el código, ya que te permite hacerlo de forma mucho mas limpia y abreviada que en otros lenguajes. No te obliga a declarar el tipo



del que es una variable, simplemente con asignarle un valor ya te deja trabajar con él, a diferencia de otros como C o Java que si hay que declararlo. Todo esto conlleva que el tiempo de desarrollo en un programa se reduce de forma notable, permite que sea mejor y mas fluido el trabajo en equipo ya que si se crea un código legible es mas facil de entender y te permite no estar preocupado por la reserva y liberación de memoria. Tiene también factores en contra como pueden ser el rendimiento, pues para hacer la misma operación necesita mas tiempo que otros lenguajes, y emplea mas memoria. Destacar que se esta trabajando en esto ya que se considera una desventaja importante, y se han creado herramientas como **Numba**, que con pocas lineas permite que este acelere su ejecución, hasta veinte veces su velocidad.

#### 1.4. Uso actual de los drones

Habiendo visto ya algunas de las características principales que tiene un dron, podemos entrar en todas las actividades que podemos realizar con él, pues dado su desarrollo este abarca campos muy diversos y en actividades muy distintas. Antes, debido a la historia de los UAV se ha comentado el uso militar que tenian y como fue avanzando en este terreno, pero a continuación vamos a nombrar y explicar distintos usos que se le da a los drones hoy en día:

- **Medio Audiovisual:** El dron es un medio utilizado con mucha frecuencia en este medio, pues debido a sus características es posible grabar grandes planos para películas o simplemente vídeos, además de permitir tomar fotografías desde un plano elevado con gran facilidad. Una de las razones de que esto ocurra es que este es un sector muy amplio, y tiene muchas empresas con gran cantidad de dinero, lo que les permite realizar inversiones en nueva tecnología, y si funciona como ha sido en este caso, que empresas mas pequeñas puedan comprar este material a un alcance mas económico, algo que es posible debido a la gran diversidad de drones que existen, y por lo tanto los diferentes precios que hay, siendo algunos realmente baratos.

Por otra parte, también es muy utilizado para eventos deportivos, pues la misma razón de antes, permite planos espectaculares, aparte de llegar a ciertas zonas con mas facilidad que con una cámara normal, pues en deportes como puede ser el esquí, carreras a traves del campo, del desierto o cualquier deporte que se realiza en el mar, éste puede situarse sobre el deportista, o cerca de donde esté y grabar lo que este haciendo en ese momento. Grabar planos que sin este aparato necesitaríamos un despliegue importante de medios, como podría ser un helicoptero para grabar planos desde las alturas.

- **Seguridad:** Esta está pensada para la videovigilancia en grandes superficies, ya que lo que sería un despliegue enorme de camaras de seguridad, y que en muchas ocasiones se quedarían zonas sin vigilar, éste nos permite movernos sin problemas a través de la zona y en cualquier momento poder ver una zona específica. Con el software correcto, además se podría

programar que dicho dron hiciera ciertas rutas en momentos específicos de forma rutinaria, algo posible y que se está aplicando mucho sobre todo en grandes superficies abiertas gracias a los sistemas GPS que muchos llevan incorporados.

- **Sector agrícola:** De primeras parece un campo un poco alejado del uso que podría tener un dron, y es en ese momento donde uno se da cuenta de la importancia que pueden coger estos UAV en la actualidad. Simplemente gracias a que puedan sobrevolar una zona y ofrecer imágenes de alta calidad de esta, se puede tener un buen control de los cultivos en menos tiempo, con menos gasto y al tratarse de un vehículo eléctrico al evitar desplazamientos de otros automóviles conlleva un menor impacto ambiental. Además, este permite ver con facilidad el estado de la cosecha, detectar enfermedades o plagas, permiten fumigar desde el aire con mayor precisión, ya que les puedes programar una ruta y que sigan esta. Además de obtener otros datos como zonas regadas o si hace falta más agua, ver si el estado del terreno es correcto y en caso de tener los sensores oportunos, ver si en todas las zonas las condiciones son las óptimas para obtener los resultados esperados.
- **Mantenimiento:** En este apartado podemos englobar diversas actividades, como puede ser mantenimiento de edificios y construcciones, redes eléctricas o diversas instalaciones industriales como aerogeneradores eólicos y estados de paneles solares. Al igual que en el apartado anterior, aquí podemos recorrer grandes distancias, por ejemplo para comprobar las redes eléctricas, sin la necesidad de que un operario pierda mucho tiempo recorriendo dicha línea. Con las instalaciones solares por ejemplo, desde un plano superior podríamos observar si todas las placas están en las condiciones óptimas y en caso de existir algún fallo poder identificarlo con facilidad. Para edificios y aerogeneradores lo que hay que tener en cuenta es la altura que estos pueden tener, y a la cual con un dron llegaríamos con facilidad y observaríamos si hay algún problema. En estos casos lo que evitamos, como anteriormente he comentado, es que alguien tenga que ir sitio a sitio perdiendo mucho tiempo. Destacando también que este tipo de actividades se pueden implementar programas que directamente detecten las anomalías, sin necesidad de que haya una persona revisando en todo momento las imágenes, donde también con una inversión inicial, al final ahorraríamos mucho tiempo y dinero.
- **Logística:** En este aspecto es ideal un dron que tenga una batería para aguantar muchas horas de vuelo, ya que lo principal es que pueda recorrer grandes almacenes haciendo inventario de los productos que hay en este, haciendo así un trabajo muy costoso en un periodo corto de tiempo. Por otra parte algunas empresas están comenzando a utilizar los drones como elementos de reparto (por supuesto, para objetos poco pesados), esto ahorraría dinero en repartidores y otros vehículos de reparto, además de

ganar en tiempo, pues los repartos se podrían realizar con mayor frecuencia y facilidad.

A parte de éstos, que son los usos principales y los mas sonados, hay que destacar otros usos menos comunes:

- **Emergencias:** Cuando ocurren ciertas catastrofes naturales por ejemplo, son de gran ayuda debido a la velocidad con la que pueden llevar materiales (medicos o de otro tipo) a la zona afectada.
- **Busqueda de personas:** Al tratarse de medios que pueden sobrevolar zonas obteniendo grandes imágenes, pueden ser de ayuda cuando montañeros o caminantes tienen accidentes en bosques o montañas, quedan incomunicados y se comienza una búsqueda.
- **Incendios forestales:** Los drones pueden estar sobrevolando zonas y obteniendo información de esta, para así poder prevenir posibles incendios o alertar lo antes posible en cuanto uno ocurra.
- **Investigaciones:** Para este apartado pueden ser de distinto tipo, ya que puede recorrer zonas largas de restos arqueológicos y tomar datos de estos, entrar en zonas peligrosas como ciertas cuevas o volcanes y obtener datos para su posterior estudio, e incluso investigaciones biológicas, recreando en un dron la actividad de un ave para así estudiar su comportamiento.

Lo que podemos obtener con todas las actividades posibles y lo anteriormente comentado, es que muchas actividades de los drones pueden ser automatizadas en un principio y dejar a estos junto con el software correspondiente que trabajen, obteniendo al final unos datos que serán los que el ser humano podrá interpretar y a partir de los cuales trabajara. Por supuesto, con cierta frecuencia y durante la realización del trabajo alguien deberá revisar que las cosas van funcionando correctamente, pero con un correcto, y aunque duro trabajo inicial, podemos obtener en un futuro un trabajo con menos esfuerzo, menores resultados, menos gasto y durante mas tiempo, algo que es muy conveniente para cualquier actividad de la que se hable.

Con todo lo contado hasta ahora, de aquí en adelante contaré como he trabajado con estas tecnologías para conseguir que el dron realice de forma automatica determinadas tareas para que asi sea mas sencillo su control y gracias a ello poder realizar diversas actividades, sin tener que preocuparse en lo aquí ya programado.

## 2. Objetivos.

### 2.1. Objetivo principal.

Para este trabajo, el principal objetivo era conseguir la navegación totalmente autónoma del dron. Para ello la idea era hacer que el dron comenzara su vuelo. Una vez hubiera finalizado el despegue y el dron se mantuviera en el aire de forma estable comenzara a moverse utilizando un algoritmo de búsqueda. Con este lo que conseguiríamos sería su movimiento por determinada zona sin necesidad de pilotarlo. Durante este periodo el dron estaría haciendo caso a las instrucciones de un algoritmo que le indicarían los movimientos que tiene que realizar en función de lo que ve la cámara, y por tanto la información que se pueden obtener de sus imágenes. Con estas imágenes, el software estaría detectando lo que ve en ellas, en búsqueda de una baliza escogida previamente, la cual será un cuadrado con diversos cuadrados con dos colores en su interior, una baliza ejemplo sería la de la siguiente imagen:

imagen

Una vez se haya detectado esta baliza, se le enviarán al dron una serie de órdenes para que se centre sobre ella y una vez centrado y visto que es un lugar apropiado, aterrice sobre esta.

Aunque durante la realización del proyecto podríamos definir distintos puntos importantes que han sido importantes para el final comportamiento correcto del dron:

- **Creación de un filtro de color:** A través de este conseguimos aislar el color de lo que queríamos ver del resto, de esta forma eliminábamos elementos no necesarios de la foto.
- **Detección de objetos:** Gracias a esto podemos detectar los objetos que había en la imagen e intentar trabajar con ellos, filtrando si eran o no objetos de interés.
- **Movimiento del dron:** En este punto lo que se pretendía era que el dron trabajara de forma fluida, sin tener movimientos demasiado bruscos que pudieran desestabilizarlo o dificultar sus tareas.

### 2.2. Método realizado.

Para poder conseguir todo esto, era necesario saber las plataformas con las que sería posible, donde tiene gran importancia el software JdeRobot, pues gracias a su desarrollo que permite la comunicación con el dron, y de esta forma obtener los datos de sus sensores, principalmente de la cámara. Para este apartado fue primordial el aprendizaje de sus distintas herramientas, hubo que hacer pruebas con estas y ver su funcionamiento tanto en entornos simulados como en reales.

Una vez realizada esta parte y ya teniendo una toma de contacto con el entorno, habiendo realizado también pequeños algoritmos y ver que funcionaban de forma correcta, seguimos con la siguiente metodología de trabajo:

Con el tutor íbamos proponiendo pequeños objetivos semana a semana, los cuales se planteaban dependiendo de las necesidades que se veían en el momento y si los avances anteriores habían ido por el camino correcto. Estos pequeños objetivos podían ser bastante diferentes de una semana a otra, como se verá más adelante en profundidad, pero un ejemplo de esto sería que una semana era probar que el dron comunicaba correctamente con diversos dispositivos y funcionaba correctamente con distintas versiones, a cambiar el interfaz gráfico de alguna herramienta de modo que durante el desarrollo fuera más sencillo ver lo que se estaba haciendo.

Cada avance realizado iba quedando constancia gracias a videos que se grababan, los cuales eran los que veíamos y analizábamos. De esta forma también teníamos una pequeña *wiki*, donde al final se pueden observar los procesos y avances, y en muchas ocasiones como alguna parte ha ido cambiando en función de lo que queríamos en ese momento. Cabe destacar que en numerosas ocasiones los objetivos semanales no fueron los deseados, en algunas ocasiones porque las cosas no se llegaban a desarrollar con tanta exactitud como se requería, y en otras porque al realizar pruebas surgían problemas inesperados. Una vez se conseguía el objetivo tal y como lo queríamos, este se utilizaba de base o como ayuda para los siguientes objetivos que se proponían. Por tanto, un pequeño esquema del método de trabajo podría ser:

