

Drones de entrega en la vida cotidiana

Miguel Ángel Martínez Jiménez
Aurelio Ortiz De Salazar Peris

Enero 2022



Índice

1. Introducción	3
2. Ventajas y desventajas	3
3. Algoritmos empleados	5
3.1. Asignación pedido a Dron	5
3.2. Desplazamiento hacia la posición destino	6
3.3. Aterrizaje	7
4. Ejemplos Actuales	7
5. Simulación con ROS	8
6. Conclusión	8

1. Introducción

Los drones cuentan cada vez con más usos además de los ya conocidos militar y el recreativo. Uno de ellos es el reparto de paquetes. Un uso en el que un cliente compra un producto de forma telemática que será entregado en su domicilio mediante un dron. Actualmente, se disponen de drones capaces de conseguir este cometido en un espacio de trabajo ideal, en el que no hay tráfico aéreo (causado por otros drones o pájaros) y el punto de entrega del paquete es de fácil acceso para el dron y seguro para el humano y para la integridad del paquete.

Este nuevo uso de los drones comenzó cuando la compra online supuso una buena parte de los beneficios de los comercios. Desde entonces, grandes compañías como Google o Amazon empezaron a idear alternativas para la entrega de paquetes a domicilio. La alternativa más escuchada y desarrollada son los drones, ya que su uso extendido disminuiría el tiempo de entrega a tiempos de incluso 30 minutos, que es uno de los aspectos más importantes en la compra online.

Sin embargo, no es una tarea sencilla de abordar, hay muchos factores que pueden impedir la correcta entrega del producto. La presencia de otros drones o pájaros en el aire puede provocar una colisión en la que el dron caiga y cause daños materiales o humanos. Otro factor es el punto de entrega o punto de recogida del cliente. Éste no es un punto que se pueda generalizar para todas las viviendas, si no que depende del tipo de vivienda. Por ejemplo, para un piso en un edificio la azotea, o el balcón, en cambio, para un chalet el patio o el porche. Sin embargo, hay muchas azoteas no transitables, balcones sin espacio suficiente para el dron o patios con animales domésticos que puedan interferir en el aterrizaje o el despegue. Por estos motivos, el punto de entrega sigue siendo una incógnita en el reparto de paquetería con drones.

2. Ventajas y desventajas

Como se ha comentado anteriormente, el uso de drones en la entrega de paquetes aporta ventajas como la disminución del tiempo de entrega, sin embargo, su utilización también conlleva desventajas. A continuación, se explicarán con más detalle.

En cuanto a las ventajas:

- Disminución de los plazos de entrega. Al ir por el aire y ser autónomos, los plazos de entrega se reducirían notablemente. Por ejemplo, un producto puede estar en stock en un almacén de la ciudad en el que hay drones listos para la entrega. Podrían suponer tiempos de 30 minutos.
- Disminución de la contaminación. El reparto de paquetería se suele llevar

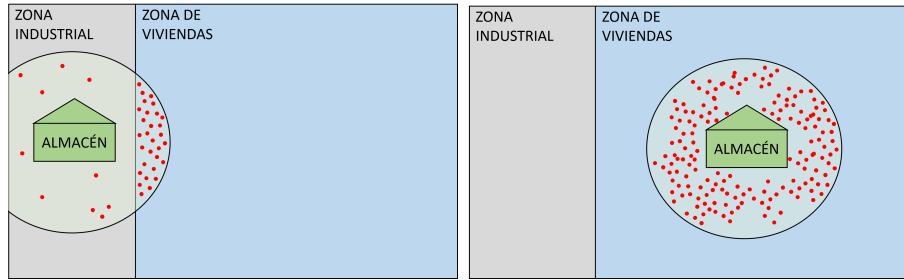
a cabo con vehículos de combustión, lo que supone un impacto en el medio ambiente. Para frenarlo, se han sustituido muchos de ellos por vehículos eléctricos. Sin embargo, la utilización de drones supondría un menor gasto energético que los vehículos eléctricos debido sus características.

- Acceso a zonas remotas o de difícil acceso. Existen lugares a los que no es posible o resulta difícil acceder con un vehículo, en cambio, un dron podría acceder sin problemas.

En cuanto a las desventajas:

- Punto de recogida. Como se ha comentado anteriormente, el punto de recogida debe ser:
 - Seguro para el cliente: que no sufra daños el cliente ni sus bienes
 - Seguro para el paquete: que no sufra daños el contenido del paquete
 - Cómodo para el cliente: si el uso de drones provoca ir a un lugar incómodo para el cliente, como puede ser la azotea en un edificio de 6 plantas sin ascensor, el cliente preferirá no hacer uso de los drones
- Ausencia del cliente. Normalmente, cuando el cliente no está en casa, se suele llamar al vecino más cercano para que le guarde el paquete y así evitar llevarlo de vuelta al almacén y entregarlo otro día. Este protocolo sería complicado, ya que el dron no conoce como es la estructura del edificio y por tanto no sabría a qué vecino dejarle el paquete.
- Trayecto. Debe ser:
 - Definido, como el de los aviones, para evitar riesgos y zonas no seguras
 - Seguro, ya que podría colisionar y causar daños, como se ha comentado anteriormente
- Robos: al ser transportado por una "máquina", el paquete es más susceptible a ser robado.
- Problemas legales. En cada país la ley varía, por ejemplo, en España no se puede volar en un radio de 9 km con respecto al aeropuerto, lo que privaría a muchas zonas de ciudades con el aeropuerto cerca, como Madrid o Barcelona.
- Condiciones meteorológicas. Al ir por el aire, factores meteorológicos como la lluvia o el viento interferirían directamente en su labor, y en muchos casos no podría llevarse a cabo.
- Alcance: los drones se encontrarían en los almacenes, que suelen estar en las afueras de las ciudades. Esto supone un viaje en coche de una media de 20 minutos. Aunque con un dron el tiempo sería mucho menor, el alcance al que pueda llegar el reparto con drones dependería de la autonomía de

estos. Por ello, podrían moverse los almacenes a zonas más cercanas a la población o conseguir una mayor autonomía. Otra solución podría ser la combinación de drones (para distancias más cercanas al almacén) con vehículos de carretera (para distancias más lejanas al almacén).



(a) Número de entregas con el almacén en las fueras. (b) Número de entregas con el almacén en la zona de viviendas.

Figura 1: Comparación de entregas realizadas según la localización del almacén

La figura anterior representa la limitación que sufrirían las entregas con drones debido a la localización del almacén. El círculo que rodea el almacén es el radio hasta el que pueden ir los drones antes de quedarse sin autonomía y los círculos rojos son las entregas realizadas con drones. En el mercado, los drones estiman un tiempo de vuelo de 25 minutos, aunque existen otros con mayor duración de hasta 1 hora. Por este motivo, la autonomía es un factor importante que podría suponer una nueva localización para los almacenes o un nuevo desarrollo de drones con una autonomía mayor, lo que supondría un gran avance en este campo.

3. Algoritmos empleados

Para llevar a cabo cada una de las funciones que debe realizar un dron logístico, utiliza una gran cantidad de algoritmos, como la detección de obstáculos para evitar la colisión y el cálculo de la trayectoria óptima. El proceso de entrega se divide en diferentes etapas: asignación de pedido a dron, planificación de la ruta óptima, despegar, volar hacia el destino, aterrizar, soltar paquete y volver a la posición origen.

3.1. Asignación pedido a Dron

Una vez, el cliente ha pedido el producto y ha elegido el método de envío con dron, comienza el proceso de reparto. En primer lugar, se necesita una concordancia entre la solicitud del cliente y la orden de envío, el dron debería comenzar la tarea una vez el paquete esté listo para ser enviado. Eso conlleva una serie de preparación en la que se empaquetaría el producto y se carga el

paquete en el dron (ya sea mediante un operario o el mismo dron). Además, el dron tendrá la información necesaria para realizar la ruta óptima desde la ubicación del almacén hasta la posición destino.

Si este proyecto sigue extendiéndose sería importante la aparición de un servicio similar a Google Maps en el que dado un destino, te calcula el camino más rápido desde tu posición origen teniendo en cuenta varios factores. En el caso de Google Maps, si el desplazamiento es en coche, los factores podrían ser : el tráfico en la carretera, el peaje y accidentes. En el caso de servicio para drones estos factores serían condiciones meteorológicas como el viento y la lluvia, o el tráfico aéreo.

La obtención de rutas óptimas también se podrían obtener mediante el uso de algoritmos genéticos y mapas de visibilidad. Para usar estos algoritmos, es necesario la información del punto origen y destino, la cantidad de obstáculos mediante el mapa de visibilidad e información sobre la geometría del robot. Los algoritmos genéticos son métodos adaptativos que son usados para problemas de búsqueda y optimización. Van creando soluciones hacia valores óptimos del problema mediante una adecuada codificación del mismo. Mediante el uso del método de la heurística par la obtención de soluciones subóptimas de manera rápida, se generan rutas al azar desde el punto inicial hasta el punto final. A partir de estas soluciones y mediante el uso de los operadores como la selección, el cruzamiento y la mutación del algoritmo, se obtiene la ruta óptima entre dos puntos

3.2. Desplazamiento hacia la posición destino

Tras la obtención de la ruta óptima y el despegue, el dron debe evitar colisionar con cualquier tipo de obstáculo mediante sus sensores incorporados. Los posibles obstáculos con los que podría encontrar el dron varían desde seres vivos como pájaros hasta edificios, antenas o postes de luz. En esta época del año, en especial las luces de navidad.

Los sensores necesarios para evitar la colisión con obstáculos se basarían en un sistema de visión artificial o un sistema de inteligencia artificial basado en las imágenes proporcionadas por las cámaras del dron. De esta manera, se podrían identificar los obstáculos para así evitarlos. Asimismo, puede incorporar otros sensores como un GPS para que el cliente tendrá en cada instante la ubicación en tiempo real del dron.

Esto es uno de los puntos más importantes ya que, como se ha comentado anteriormente, una colisión podría suponer la pérdida de la vida de una persona.

3.3. Aterrizaje

Tras alcanzar la posición destino, el dron se encargaría de aterrizar y de dejar el paquete. Como se ha comentado anteriormente, identificar el punto de aterrizaje es una de las cuestiones no resueltas en este servicio. Ésta depende del tipo de vivienda y del entorno que la rodea, y será distinta cada vez. La zona de aterrizaje debe ser segura para el cliente para el paquete y para el dron. Amazon Prime Air propuso la solución de colocar un código QR en el que aterrizará el dron, pero puede no ser acertada, ya que depende enteramente del criterio del cliente. Si se coloca en una zona errónea y se causan daños, ya sea al cliente, a su propiedad o al dron, Amazon no ha presentado ninguna solución ante este problema. Por lo que definir el punto de aterrizaje sigue siendo una cuestión todavía por resolver.

Una vez depositado el paquete, el dron debe volver al almacén utilizando una ruta calculada anteriormente. Pero si alguna condición externa cambia como por ejemplo las condiciones meteorológicas y hace que el vuelo no sea seguro y eficaz, se de calcularía otra ruta óptima para satisfacer su seguridad y a la de su entorno.

4. Ejemplos Actuales

En la actualidad existen una gran variedad de drones basados en la logística, pero el servicio de entrega de drones más conocido es el de Prime Air de la empresa Amazon, aunque aún no esté en funcionamiento. Este servicio utilizaría drones (octocóptero con ocho rotores) logísticos de 25 kilos de peso y con una velocidad de 80 km/h para enviar de forma autónoma paquetes individuales a los clientes en un período de 30 minutos. Para poder realizarse la entrega, el paquete debe pesar menos de 2.25 kilos y tiene que tener un tamaño considerablemente pequeño para poder caber en la caja de embarcación por parte del dron. Este tipo de entregas se realizaría en un entorno con un radio máximo a 16 kilómetros y volarán con altitudes bajas (menos de 400 pies que equivale a 122 metros). Como la seguridad de estos drones debe ser máxima, cuentan con un sistema de seguridad equipado con sensores los cuales se encargaran de esquivar barreras y hacer los vuelos lo más certero posible con el fin de evitar colisiones inesperadas. Mediante la incorporación de estos, se obtiene un vehículo autónomo no tripulado. En cuanto al sistema de gestión de tráfico, es fácil de usar por varios operadores en el mismo espacio aéreo, ya que están conectados a Internet y de esta manera pueden gestionar el control de vuelo y la comunicación entre drones.

Su funcionamiento está dividido en distintas etapas: el cliente, tras realizar el pago tiene la oportunidad de seleccionar la opción de entrega con drones, posteriormente el cliente imprimirá un código QR proporcionado por Amazon y lo colocaran en el exterior de su casa en una parte visible para que el dron

pueda localizarlo y una vez enviado el dron hasta su destino, localizará el código QR, aterrizará de manera segura y depositará el paquete pedido por el cliente.

Para comprobar su funcionamiento y eficacia, la empresa Amazon ha realizado distintas pruebas en países como EE.UU, Reino Unido, Austria e Israel. En el Reino Unido la Autoridad de Aviación Civil (CAA) otorgó a Amazon permiso para probar sus operaciones principalmente en áreas rurales y suburbanas con la finalidad de comprobar su rendimiento. También recibió permiso para que 1 persona operase con múltiples drones altamente automatizados.

En EE.UU las regulaciones de drones de la Administración Federal de Aviación prohibía las entregas comerciales de drones ya que consideraban que estos deberían permanecer en la línea de visión del piloto y no estar sobrevolando sobre las personas. La compañía actualmente está trabajando con reguladores y legisladores en otros países para la obtención de derechos para este tipo de operaciones con drones. En esta situación, se pone en evidencia una de las principales dificultades del uso de drones de entrega que son los problemas legales que hay que superar para poder desarrollar el proyecto.

En este [vídeo](#), se puede observar del funcionamiento de los Prime Air de Amazon

5. Simulación con ROS

En la actualidad existen simulaciones que representan de manera visual el funcionamiento de los Prime Air de Amazon. El paquete se llama Vitarana Drone y puede reconocer el código QR mediante la librería de OpenCV. En el siguiente [vídeo](#), se puede ver una demostración de su funcionamiento. Además, el paquete está disponible el siguiente [repositorio de github](#)

6. Conclusión

La evolución de los vehículos no tripulados va aumentando de tal manera que están facilitando la vida cotidiana de muchas personas. El hecho de utilizar drones con fines logísticos es un gran reto por parte de la humanidad con la finalidad de reducir tiempos de entrega y llegar a ubicaciones de difícil acceso. Esta idea tiene un gran futuro y ya se están utilizando en determinadas zonas abiertas donde no hay una gran cantidad de obstáculos e interferencias que puedan afectar al dron.

Esto sería más complicado de lograr en ciudades urbanizadas ya que sería más difícil establecer un punto de entrega seguro. Una vez este problema esté solucionado, los drones de entrega serán un servicio muy demandado por grandes empresas de paquetería y será visto como algo cotidiano en la vida diaria.

Referencias

- [1] [Información general sobre drones de reparto](#) MOLDTRANS
- [2] [Información general sobre drones de reparto](#) EL ESPAÑOL, NACHO CASTAÑÓN
- [3] [Información general sobre drones de reparto](#) SAYCR, ISABEL RUBIO ARROYO
- [4] [Cuestiones legales de vuelo de drones](#) EL MERCANTIL, IRENE LIÑÁN
- [5] [Ventajas y desventajas de los drones de reparto](#) AEROCÁMARAS, ALBERTO PÁJARO
- [6] [Búsqueda de la ruta óptima mediante algoritmos genéticos](#) JAIME ALBERTO GUZMÁN LUNA, RAFAEL ESTEBAN ARANGO SÁNCHEZ, LEIDY DIANA JIMÉNEZ PINZÓN
- [7] [Prime Air Amazon](#) MUYCOMPUTER, JUAN RANCHAL
- [8] [Futuros drones de Amazon](#) EL INDEPENDIENTE, MARIO VICIOSA