

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 022 207**

51 Int. Cl.:

G05D 1/00 (2014.01)

G08G 5/00 (2015.01)

G08G 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2021** **PCT/GB2021/051235**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.02.2022** **WO22034278**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2021** **E 21730642 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2025** **EP 4193231**

54 Título: **Controlador de vehículo**

30 Prioridad:

10.08.2020 GB 202012397

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

28.05.2025

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.00%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

WYTHER, ROBERT GRAHAM

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 022 207 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Controlador de vehículo

5 Campo

La presente descripción se refiere a un controlador para controlar un vehículo no tripulado, en particular, pero no exclusivamente, un vehículo aéreo no tripulado. La presente descripción también se refiere a un vehículo no tripulado que tiene el mismo, y a un sistema y un método para controlar un vehículo no tripulado.

10 Antecedentes

Con la llegada de los vehículos aéreos no tripulados (UAV, por sus siglas en inglés) disponibles en el mercado, cada vez es más difícil prevenir las colisiones entre ellos. Si bien algunos vehículos aéreos no tripulados, en particular, los vehículos aéreos no tripulados más grandes o hechos a medida, funcionan bajo el control de un piloto automático programable integrado, la mayoría de los vehículos aéreos no tripulados comerciales listos para usar (COTS, por sus siglas en inglés) no se programan fácilmente y reciben entradas de un controlador de vuelo portátil operado por un usuario. Incluso los que tienen un piloto automático no están equipados para evitar colisiones.

El artículo "Three-Dimensional UAV Routing With Deconfliction" de Sohail Razzaq y col. se refiere a la definición conceptual, la simulación y el análisis del rendimiento de un novedoso algoritmo de enrutamiento basado en la teoría de gráficos 3D. El enrutador propuesto está diseñado para proporcionar una planificación de rutas con resolución de conflictos, es decir, evitar colisiones con otros objetos en movimiento, para aplicaciones de vehículos aéreos no tripulados (UAV) en general y misiones de UAV autónomos en particular.

El documento US-2017.255.580 describe un "MULTI-MODAL INPUT SYSTEM FOR A COMPUTER SYSTEM" en donde cada uno de los puertos recibe señales correspondientes a una entrada de interfaz asociada con la interacción física del usuario proporcionada a través de un dispositivo de interfaz en uno de los modos de entrada dispares. Un sistema de entrada multimodal mapea una entrada de interfaz asociada a uno de los puertos proporcionados en uno de los modos de entrada dispares en un comando de entrada de computadora, mapea una entrada de interfaz asociada con otro de los puertos proporcionados en otro de los modos de entrada dispares en otro comando de entrada de computadora y agrega los comandos de entrada de computadora en un comando de evento multimodal. Un procesador ejecuta una única función predeterminada asociada con el sistema informático en respuesta al comando de evento multimodal. Por lo tanto, el procesador está configurado para ejecutar la única función predeterminada asociada con el sistema informático en respuesta a la interacción física del usuario proporcionada en al menos dos de la pluralidad de modos de entrada dispares.

Sería ventajoso proporcionar a los UAV COTS la capacidad de evitar colisiones, particularmente cuando un solo usuario controla una pluralidad.

40 Resumen

Según un primer aspecto de la presente descripción, se proporciona un controlador para un vehículo no tripulado según la reivindicación 1. Según un segundo aspecto de la presente descripción, se proporciona un vehículo no tripulado según la reivindicación 6. Según un tercer aspecto de la presente descripción, se proporciona un método para controlar un vehículo no tripulado según la reivindicación 9. Las características opcionales se exponen en las reivindicaciones dependientes.

Se apreciará que las características descritas en relación con un aspecto de la presente descripción pueden incorporarse a otros aspectos de la presente descripción. Por ejemplo, un aparato de la descripción puede incorporar cualquiera de las características descritas en esta descripción con referencia a un método, y viceversa. Por otra parte, las realizaciones y los aspectos adicionales resultarán evidentes a partir de la descripción, los dibujos y las reivindicaciones a continuación. Como se puede apreciar a partir de la descripción anterior y posterior, todas y cada una de las características descritas en la presente memoria, y todas y cada una de las combinaciones de dos o más de tales características, y todas y cada una de las combinaciones de uno o más valores que definen un intervalo, se incluyen dentro de la presente descripción siempre que las características incluidas en dicha combinación no sean mutuamente contradictorias. De manera adicional, cualquier característica o combinación de características o cualquier(cualesquier) valor(es) que define(n) un intervalo puede(n) excluirse específicamente de cualquier realización de la presente descripción.

60 Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirán realizaciones de la descripción a modo de ejemplo únicamente y con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 es una vista sistemática de un sistema para controlar un vehículo aéreo no tripulado, según una realización;

la figura 2 es una vista sistemática de un vehículo aéreo no tripulado que tiene un controlador de vehículo acoplado al mismo, según una realización; y

5 la figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra un método para controlar un vehículo no tripulado según una realización.

Por conveniencia y economía, se usan los mismos números de referencia en diferentes figuras para etiquetar elementos idénticos o similares.

10 Descripción detallada

En general, las realizaciones de la presente memoria se refieren a un controlador de vehículo que puede acoplarse a un vehículo no tripulado, después de la fabricación, para proporcionar al vehículo no tripulado la capacidad de evitar colisiones. Preferiblemente, el controlador del vehículo recibe una ruta desde un servidor para que la siga el vehículo no tripulado. El servidor cuenta con un *software* que recibe una ruta deseada y utiliza la posición de los obstáculos, como otros vehículos, para generar una nueva ruta libre de colisiones. La siguiente descripción se referirá a los vehículos aéreos no tripulados (también conocidos como drones o UAV), tales como los UAV comerciales para entregar paquetes de los distribuidores.

20 Los vehículos aéreos no tripulados 20a, 20b (generalmente 20) que tienen respectivos controladores 30a, 30b (generalmente 30) de vehículo individuales acoplados a los mismos se ilustran en la figura 1. Si bien se ilustran dos UAV 20, esto no pretende ser limitante. Puede haber solo un UAV 20 en el sistema, o una pluralidad de UAV 20 en el sistema. El vehículo aéreo no tripulado 20 tiene la forma de un multicoptero (por ejemplo, un cuadricóptero), que es un factor de forma típico de los UAV COTS. Si bien las realizaciones que siguen se referirán a las rutas de vuelo, la planificación del vuelo y la aeronave, se entenderá que esto está relacionado con realizaciones específicas y no pretende limitar el concepto al transporte aéreo. Por ejemplo, en otras realizaciones, el vehículo no tripulado puede ser un vehículo terrestre, nave espacial o embarcación no tripulado u opcionalmente tripulado. En todo caso, se asumirá que “no tripulado” tiene una definición amplia que abarca los vehículos opcionalmente tripulados que no son operados directamente por un ser humano (es decir, los vehículos que tienen un grado de autonomía).

30 El vehículo o vehículos aéreos no tripulados 20 pueden controlarse en funcionamiento normal o convencional por un usuario de un mando a distancia. El usuario puede estar basado en una estación terrestre. Según una realización, cada UAV 20 está provisto de un controlador 30 de vehículo, que proporciona al UAV 20 respectivo la capacidad de seguir de forma autónoma una ruta programada. Esa ruta se recibe desde un motor 40 de resolución de conflictos (es decir, un servidor). La ruta es planificada por dicho motor 40 de resolución de conflictos de tal modo que, si un vehículo la siguiera, dicho vehículo no chocaría con ningún otro obstáculo. Estos obstáculos incluyen otras aeronaves, cuyas rutas han sido enviadas al motor de resolución de conflictos. Por lo tanto, la ruta recibida por el controlador 30 de vehículo se conoce como ruta libre de conflictos.

40 El controlador 30 de vehículo puede recibir la ruta libre de conflictos desde el motor 40 de resolución de conflictos mediante un enlace de comunicaciones inalámbrico. El enlace inalámbrico puede ser un enlace de Bluetooth, Wi-Fi, enlace de datos táctico (por ejemplo, Link-16) o un enlace de telecomunicaciones de banda ancha (como LTE y 5G), por ejemplo. Alternativamente, el controlador 30 de vehículo puede recibir la ruta libre de conflictos mediante una conexión alámbrica con el motor 40 de resolución de conflictos, tal como un enlace Ethernet o USB. Finalmente, la ruta libre de conflictos puede transferirse desde el motor 40 de resolución de conflictos al controlador 30 de vehículo usando un dispositivo de memoria portátil, tal como una “memoria” USB.

50 El controlador 30 de vehículo es una unidad independiente unida al exterior del UAV 20. El controlador 30 de vehículo se puede acoplar al UAV 20 mediante cualquier medio adecuado, como correas, una sustancia adhesiva, un imán, un material de gancho y presilla, un cierre, un soporte o una banda elástica. Alternativamente, el controlador 30 del vehículo puede estar unido térmicamente o unido químicamente al UAV 20, aunque se preferiría que el controlador 30 de vehículo fuera desmontable de tal modo que el UAV 20 pueda volver a su régimen de control original, o que el controlador 30 de vehículo pueda cambiarse por otro módulo o actualizarse.

55 El controlador 30 de vehículo está acoplado eléctricamente al UAV 20 por medio de una interfaz. Esto se describirá en mayor detalle haciendo referencia a la figura 2. En una realización, el controlador 30 de vehículo recibe información de posición del UAV 20. En otra realización, el controlador 30 de vehículo está provisto de un sistema de navegación para proporcionar información de posición. El controlador 30 de vehículo compara su posición actual con la ruta libre de conflictos y, en respuesta, genera instrucciones que moverían el UAV 20 al que está unido al siguiente punto de ruta a lo largo de la ruta. Por ejemplo, en el momento actual, el UAV 20 puede estar en un primer punto de ruta en la ruta libre de conflictos y, por lo tanto, el controlador 30 de vehículo genera un plan de movimiento que movería el UAV 20 desde el primer punto de ruta a un segundo punto de ruta en la ruta libre de conflictos.

65 Es posible que el UAV 20 deba llegar a un punto de ruta en un momento determinado o dentro de un período de tiempo para evitar una colisión. A partir del tiempo de llegada deseado y la posición actual con respecto al punto de ruta, el controlador 30 de vehículo puede calcular la velocidad deseada del UAV 20, lo que le permitiría llegar al punto de ruta

en el tiempo especificado. El controlador 30 de vehículo también puede, o alternativamente, determinar un posicionamiento (es decir, el rumbo, la dirección del movimiento), la orientación y la altitud del UAV 20 que le permitirían llegar al punto de ruta o cumplir, de cualquier otra manera, las condiciones de la ruta libre de conflictos. En otras realizaciones, cuando el UAV 20 es, en cambio, un tren o un automóvil, por ejemplo, el controlador 30 de vehículo puede determinar una vía, un camino o una carretera que debe seguir el vehículo y que se programaría previamente en el UAV 20.

Las instrucciones de control del vehículo determinadas se transmiten entonces al UAV 20 a través de la interfaz. Un controlador a bordo del UAV 20 utiliza entonces la instrucción de control del vehículo para determinar las entradas de control de vuelo necesarias y controla las superficies de control de vuelo o los sistemas de propulsión en consecuencia para lograr las instrucciones de control del vehículo solicitadas. Por lo tanto, el UAV 20 se mueve entonces para seguir la ruta libre de conflictos.

En la realización ilustrada, un motor 40 de resolución de conflictos está en comunicación inalámbrica con la pluralidad de controladores 30 de vehículo. El motor 40 de resolución de conflictos puede pertenecer a una entidad tal como una empresa de logística, un servicio nacional de tráfico aéreo u organización militar, que tenga una pluralidad de UAV 20 asociados a él. En otras palabras, el motor 40 de resolución de conflictos puede ser un servidor que recibe rutas para UAV de una amplia gama de usuarios y entidades; un aparato/servidor para una única organización que opera una pluralidad de UAV 20; o un aparato para un solo usuario de un UAV 20 que esté conectado en red con otros motores de resolución de conflictos o planificadores de rutas. En este último caso, el motor 40 de resolución de conflictos puede estar integrado con el controlador 30 de vehículo. Los UAV 20 pueden ser para entregar paquetes, por ejemplo. Alternativamente, los UAV 20 pueden ser nodos de comunicación en una red táctica militar.

El motor 40 de resolución de conflictos está en comunicación con al menos un dispositivo terminal 10a, 10b (generalmente, 10). Estos pueden ser ordenadores de escritorio, ordenadores portátiles o tabletas en la misma red (por ejemplo, una LAN) que el motor 40 de resolución de conflictos para permitir que un usuario interactúe con el motor 40 de resolución de conflictos. Alternativamente, los dispositivos terminales 10 pueden incluir teléfonos móviles que comprenden una aplicación de *software* para planificar una ruta. Los dispositivos terminales 10 pueden comunicarse con el motor 40 de resolución de conflictos a través de Internet. En otras palabras, el motor 40 de resolución de conflictos puede generar una página/portal web que se presenta al usuario en su dispositivo terminal 10 para introducir puntos de ruta o planificar una ruta deseada.

El motor 40 de resolución de conflictos puede recibir un punto de inicio (por ejemplo, la posición actual del UAV 20) para una ruta y un punto final deseado (por ejemplo, donde es necesario entregar un paquete). El motor 40 de resolución de conflictos puede estar dispuesto para planificar una ruta entre los dos puntos. La ruta se planifica de tal modo que el UAV 20 no choque con ningún objeto conocido, como vehículos (por ejemplo, vehículos aéreos no tripulados, globos), terreno (por ejemplo, montañas) o patrones climáticos (como regiones de tormentas). Los objetos pueden estar moviéndose; en otras palabras, las colisiones se pueden calcular en función de las rutas de los objetos.

Alternativamente, el usuario puede planificar una ruta deseada utilizando un dispositivo terminal 10. La ruta deseada se transmite entonces al motor 40 de resolución de conflictos. El motor 40 de resolución de conflictos modifica la ruta deseada para crear una ruta libre de conflictos en la que se eviten las colisiones con objetos conocidos. A un usuario se le puede presentar un mensaje en su dispositivo terminal 10 para que apruebe la ruta modificada (es decir, de prevención de conflictos) antes de que se almacene y/o se transmita al controlador 30 de vehículo. Alternativamente, cuando el objeto a evitar sea otro vehículo, se le puede presentar al usuario una interfaz para volver a planificar la ruta de ese otro vehículo o los datos de contacto del operador de ese otro vehículo.

En una realización, los controladores 30 de vehículo están dispuestos para transmitir datos de navegación (por ejemplo, su posición, velocidad y/o rumbo) al motor 40 de resolución de conflictos. El motor 40 de resolución de conflictos está dispuesto para usar estos datos de navegación para realizar la resolución de conflictos de rutas. La resolución de conflictos de rutas puede implicar primero la extrapolación de una ruta de cada UAV 20 utilizando los datos de navegación respectivos. Por ejemplo, si se muestra que un UAV 20 está en una primera ubicación por primera vez, y su velocidad y dirección de desplazamiento se transmiten al motor 40 de resolución de conflictos, el motor 40 de resolución de conflictos puede calcular su posición por segunda vez. La resolución de conflictos puede implicar entonces la generación de nuevas rutas para los UAV 20 que eviten su colisión si se muestra que las rutas originales se cruzan. En otras palabras, el "punto final" explicado anteriormente puede ser un punto final previsto. Alternativamente, cuando se muestra que las rutas originales se cruzan y cuando el motor 40 de resolución de conflictos está provisto de un terminal que tiene una interfaz de usuario, un usuario puede generar manualmente una nueva ruta para cada UAV 20 a fin de eliminar los uno o más conflictos.

Para realizar la prevención de colisiones, el motor de resolución de conflictos 40 puede tener almacenadas en la memoria las ubicaciones o rutas de otros objetos (o, en otras palabras, entidades), tales como aeronaves tripuladas, aerostatos, frentes de tormenta o características del terreno. Estos datos pueden recibirse a través de Internet, a través de un bus de datos o pueden almacenarse previamente. Por ejemplo, el motor 40 de resolución de conflictos puede recibir datos cartográficos, tales como datos topográficos o datos de arquitectura. Los datos cartográficos pueden indicar la elevación o la extensión vertical máxima de las características del terreno (por ejemplo, montañas) o los

edificios, junto con sus ubicaciones. Los datos cartográficos pueden recibirse desde un servidor remoto a través de un enlace de comunicaciones, o pueden descargarse a una memoria en el motor 40 de resolución de conflictos. El motor 40 de resolución de conflictos también puede tener acceso a los sistemas nacionales de datos de tráfico aéreo, a otros motores de resolución de conflictos/planificadores de rutas, o tener una entrada de Vigilancia Dependiente Automática-Difusión (ADS-B, por sus siglas en inglés), de modo que conozca la ubicación y la trayectoria (o las rutas de vuelo) de otras aeronaves. Las rutas libres de conflictos pueden generarse para evitar la colisión entre los UAV 20 y estos objetos (además de evitar la colisión entre los propios UAV 20, donde un motor 40 de resolución de conflictos da servicio a una pluralidad de UAV 20). Alternativamente, un usuario puede programar el motor 40 de resolución de conflictos con las rutas deseadas para cada UAV 20. El motor 40 de resolución de conflictos está provisto de un algoritmo de resolución de conflictos de rutas.

A continuación, cada ruta libre de conflictos se transmite de vuelta al controlador 30 de vehículo acoplado al UAV 20 asociado con la ruta respectiva. Como se ilustra, la ruta se transmite al controlador 30 de vehículo por aire. Los controladores 30 de vehículo pueden estar acoplados a la resolución de conflictos 40 a través de una red, por ejemplo, una red de área amplia (WAN, por sus siglas en inglés) o una red de área local (LAN, por sus siglas en inglés). Las rutas de resolución de conflictos pueden instalarse en los controladores 30 de vehículo a través de una conexión alámbrica con el motor 40 de resolución de conflictos o el dispositivo de transferencia de datos antes del vuelo.

La ruta libre de conflictos es una ruta que atraviesa una región tridimensional del espacio aéreo y, por lo tanto, puede indicar un conjunto secuencial de coordenadas y altitudes. En otras palabras, la ruta libre de conflictos es un plan para mover un UAV 20 desde una posición inicial a una posición final. La ruta libre de conflictos puede ser un conjunto de puntos de ruta. Puede haber condiciones asociadas a esos puntos de ruta, como que el UAV 20 no pueda orientarse en una dirección particular por motivos de EMCON (control de emisiones) o por motivos de seguridad cuando el UAV 20 tiene una cámara. La ruta libre de conflictos puede incluir además la velocidad a la que el UAV 20 debe volar entre coordenadas o un momento previsto de llegada a coordenadas particulares (a partir de la cual el controlador 30 de vehículo puede calcular la velocidad).

Preferiblemente, el controlador 30 de vehículo es reprogramable para recibir rutas libres de conflictos alternativas. Preferiblemente, el controlador 30 de vehículo es un dispositivo de enchufar y usar capaz de comunicación electrónica con cualquier UAV 20 que tenga una interfaz correspondiente, de modo que pueda usarse para controlar UAV 20 alternativos a aquel al que está unido.

En un ejemplo, el algoritmo de resolución de conflictos de rutas define una región tridimensional de conflicto potencial alrededor de parte de la ruta deseada recibida o generada, o de cada una de ellas. La región tridimensional puede ser representativa tanto de la incertidumbre en la posición del UAV 20 como de una región de exclusión aérea apropiada para el UAV 20 o para la ruta recibida respectiva. La región tridimensional de posible conflicto depende del tiempo, ya que se mueve a lo largo de la ruta para alinearse con la posición esperada del UAV 20 asociado en ese punto en el tiempo. Cuando se determina que un objeto (tal como otra región tridimensional de posible conflicto para otro UAV 20) entrará o se cruzará con la región tridimensional dependiente del tiempo de posible conflicto, existe un conflicto. El algoritmo de resolución de conflictos puede entonces advertir a un usuario (por ejemplo, con un mensaje exhibido) si la ruta deseada tiene un conflicto para que pueda volver a planificar y generar una nueva ruta libre de conflictos teniendo conocimiento del conflicto, o el algoritmo calcula automáticamente una ruta libre de conflictos para evitar tal evento.

En lugar de una región tridimensional, el motor de resolución de conflictos puede generar una región bidimensional de conflicto potencial. Esto es ventajoso cuando el controlador 30 de vehículo se usa para controlar un vehículo terrestre o una embarcación de superficie, donde la altitud no es un factor.

En otro ejemplo, el algoritmo de resolución de conflictos determina que existe un conflicto si un objeto cruza la ruta deseada en un momento en que se espera que el UAV 20 esté en ese punto. En otras palabras, el punto de conflicto es un punto infinitesimalmente pequeño en el tiempo y el espacio, en lugar de una región tridimensional.

En algunas realizaciones, el controlador 30 de vehículo comprende al menos un sensor para determinar los datos de conocimiento de la situación en vivo. Estos datos de conocimiento de la situación, al igual que con los datos cartográficos, pueden usarse para adaptar o determinar una ruta para el UAV 20. Los datos de conocimiento de la situación en vivo pueden indicar la presencia de otra aeronave u objeto que se mueve en la trayectoria del UAV 20, por ejemplo. El sensor puede ser una cámara óptica, un radar, un sonar, un dispositivo de formación de imágenes hiperespectrales, una cámara de infrarrojos, etc. El sensor puede comprender un telémetro de láser para determinar la distancia a un objeto detectado. El sensor puede comprender un software de reconocimiento de imágenes para identificar nubes y otros tipos de objetos. Los datos de conocimiento de la situación pueden transmitirse al motor 40 de resolución de conflictos para que el motor 40 de resolución de conflictos pueda modificar la ruta determinada. La modificación de una ruta puede implicar dar instrucciones al UAV 20 para que acelere, de modo que el objeto pase por detrás del UAV 20; reduzca la velocidad; o cambie de dirección. El motor 40 de resolución de conflictos, o un procesador a bordo del controlador 30 de vehículo, puede calcular la velocidad y la dirección de desplazamiento del objeto y el punto de intersección probable con el UAV 20 si permanece en la ruta que se sigue en ese momento. Esto se puede lograr monitorizando qué tan lejos viaja el objeto (o aeronave) en un período de tiempo conocido. El telémetro

de láser o el radar pueden usarse para este propósito. Alternativamente al motor 40 de resolución de conflictos, el propio controlador 30 de vehículo puede configurarse para modificar la ruta almacenada para controlar el UAV 20 y evitar el objeto (u otra aeronave).

5 En la figura 2 se ilustra con más detalle una realización de un controlador 30 de vehículo acoplado a un UAV 20. En este caso, el controlador 30 de vehículo sirve para recibir y almacenar una ruta predeterminada (es decir, una ruta libre de conflictos) y generar señales de control (es decir, entradas de control) para controlar que el UAV 20 siga la ruta. La ruta es un plan de vuelo. La ruta se almacena en una memoria 32. La memoria 32 puede ser una memoria no volátil, tal como una memoria de solo lectura (ROM, por sus siglas en inglés), una unidad de disco duro (HDD, por sus siglas en inglés) o una unidad de estado sólido (SSD, por sus siglas en inglés). La memoria 32 puede incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM, por sus siglas en inglés). La RAM es utilizada por un controlador 31 del controlador 30 del vehículo para el almacenamiento temporal de datos. La memoria 32, en realizaciones alternativas, puede comprender un algoritmo de resolución de conflictos de rutas utilizado por el controlador 31 para planificar una ruta. En otras realizaciones, el controlador 31 sirve para generar instrucciones de control que, cuando son ejecutadas por el UAV 20, hacen que el UAV 20 siga la ruta libre de conflictos.

En la realización ilustrada, un usuario programa inicialmente una ruta utilizando su dispositivo móvil (por ejemplo, un teléfono móvil), que es un dispositivo terminal 10. El dispositivo móvil usa una aplicación y una interfaz de usuario para recibir la ruta deseada de un usuario. Esta ruta inicial deseada se transmite y se almacena en el motor 40 de resolución de conflictos. El motor 40 de resolución de conflictos tiene acceso a una pluralidad de otras rutas, cada una asociada con otros UAV 20 y/o aeronaves tripuladas. Estas otras rutas pueden recibirse desde el mismo dispositivo móvil (es decir, el mismo usuario), o desde una pluralidad de dispositivos móviles, o se puede acceder a ellas en otro servidor a través de una red.

25 El motor 40 de resolución de conflictos realiza la resolución de conflictos de rutas en las rutas almacenadas para generar una ruta libre de conflictos para que la siga el UAV 20. La ruta libre de conflictos puede ser la misma que la ruta inicial, si no hubo conflictos con otros UAV u objetos.

Esta ruta libre de conflictos se transmite al controlador 30 de vehículo y se almacena en la memoria 32. La memoria 32 puede contener un identificador único, tal como una dirección MAC, un número de serie o una dirección de correo electrónico, para diferenciar el controlador 30 de vehículo de otros controladores de vehículo con los que el motor 40 de resolución de conflictos está en comunicación. La ruta libre de conflictos se recibe a través de un receptor 33. El receptor 33 puede ser un GSM, CDMA, LTE, WiMAX, estándares 5G futuros o similares dentro del receptor de la región del espectro de 698-3600 MHz. El receptor 33 puede ser un receptor Bluetooth, Zigbee o Wi-Fi. Si bien la antena del receptor 33 se ilustra como ubicada fuera del cuerpo del controlador 30 de vehículo, se entenderá que esto es solo con fines ilustrativos y, en cambio, puede residir dentro del cuerpo. Las antenas pueden adoptar cualquier forma adecuada, tal como antenas grabadas, antenas monopolo, antenas dipolo, antenas laminares o antenas de parche.

40 El receptor 33 puede ser, en cambio, una interfaz alámbrica, tal como un puerto coaxial, un puerto serie, una interfaz USB o una interfaz Ethernet. La transmisión de la ruta libre de conflictos puede comprender conectar el controlador 30 de vehículo al motor 40 de resolución de conflictos a través de la interfaz alámbrica, o usar un puerto para recibir una ruta libre de conflictos desde un dispositivo de almacenamiento portátil.

45 Como se explicó anteriormente, en otras realizaciones, el controlador 30 de vehículo puede determinar una ruta que debe seguir el UAV 20 basándose en los datos de conocimiento de la situación recibidos de los sensores. Los sensores pueden estar a bordo del UAV 20 o a bordo del controlador 30 de vehículo. Por lo tanto, el controlador 30 de vehículo puede incluir sensores, tales como un radar o una cámara óptica, para detectar objetos aéreos y evitarlos, como otros patrones meteorológicos o de aeronaves. Estos datos del sensor pueden usarse como parte del proceso de enrutamiento (por ejemplo, transmitiéndose primero al servidor 40), o pueden usarse directamente por el controlador 30 de vehículo para desviarse de una ruta en la que surgen obstáculos inesperados.

El controlador 30 de vehículo está provisto de un acoplamiento eléctrico 34 y el UAV 20 está provisto de un acoplamiento eléctrico 24 correspondiente. Los acoplamientos eléctricos 24, 34, cuando están conectados, proporcionan una interfaz eléctrica que permite al controlador 30 de vehículo transmitir instrucciones de control al UAV 20. La interfaz eléctrica puede ser una interfaz cableada, tal como una conexión Ethernet, USB o HDMI. Alternativamente, el controlador 30 de vehículo y el UAV 20 pueden estar acoplados eléctricamente mediante una interfaz inalámbrica.

60 En un ejemplo, el controlador 30 de vehículo comprende un sistema de navegación, tal como un sistema de navegación inercial que incluye un giroscopio y/o una brújula. El sistema de navegación puede incluir alternativa o adicionalmente un receptor de sistema de navegación por satélite, tal como GPS o GLONASS. El sistema de navegación genera datos de navegación tales como la ubicación, el rumbo y la velocidad del UAV 20. Las instrucciones de control son generadas por el controlador 31 comparando la ubicación actual del UAV con el punto de ruta más cercano en la ruta libre de conflictos y utilizando un algoritmo para determinar la forma más eficaz de mover el UAV 20 desde su posición actual al punto de ruta. El algoritmo puede comprender una función de reducción de costes. Las instrucciones de control

contienen información como el rumbo, la altitud y la velocidad. Las instrucciones de control pueden empaquetarse en una señal de control.

5 En otra realización, el controlador 30 de vehículo no comprende un sistema de navegación. En cambio, el controlador 30 de vehículo recibe los datos de navegación para generar las instrucciones de control desde el UAV 20 a través de la interfaz (es decir, a través del acoplamiento eléctrico 34).

10 El controlador 31 puede adoptar cualquier forma adecuada. Por ejemplo, puede ser un microcontrolador, varios microcontroladores, un procesador o varios procesadores. El controlador 31 está dispuesto para generar señales de control para controlar el UAV 20 para maniobrar y seguir la ruta libre de conflictos almacenada en la memoria 32. El controlador 31 puede generar un conjunto de instrucciones de control, por lo que cada instrucción de control define una maniobra que, si es ejecutada en su totalidad por el UAV 20, hace que el UAV 20 siga la ruta almacenada.

15 Los acoplamientos eléctricos 34 y 24 juntos también pueden proporcionar una interfaz mecánica, tal como una conexión de enganche o de fricción, para unir de manera extraíble el controlador 30 de vehículo al UAV 20. Alternativamente, el controlador 30 de vehículo puede estar provisto de un medio de unión mecánica separado. En las realizaciones preferidas, el acoplamiento mecánico no requiere ninguna modificación del propio UAV 20 para asegurar el controlador 30 de vehículo. Los medios de unión mecánica pueden incluir cualquier medio de fijación adecuado, tal como una capa adhesiva, un imán o una correa que envuelve el cuerpo del UAV 20. El controlador 30 de vehículo y el UAV 20 pueden estar provistos de una interfaz mecánica separada, tal como un material de cierre, gancho y presilla. El controlador 30 de vehículo puede enroscarse, atornillarse o engancharse al cuerpo del UAV 20.

25 En la realización ilustrada, el UAV 20 es un avión cuadricóptero comercial listo para usar (COTS) que pesa aproximadamente 15 kg y tiene un diámetro de menos de 1 metro. Sin embargo, esto no pretende ser limitativo, y se entenderá que el controlador 30 de vehículo puede estar acoplado a un vehículo no tripulado de cualquier tamaño o configuración para proporcionar a ese vehículo la capacidad de evitar colisiones con otras objeciones, incluidas otras aeronaves.

30 El UAV 20 puede alimentarse con energía solar (donde la fuente de alimentación no se muestra en la figura). Sin embargo, en otras realizaciones, la fuente de alimentación principal del UAV 20 puede ser híbrida, solo de batería, basada en hidrógeno o hidrocarburo.

35 El UAV 20 comprende un controlador 21. El controlador 21 puede adoptar cualquier forma adecuada. Por ejemplo, puede ser un microcontrolador, varios microcontroladores, un procesador o varios procesadores. El controlador 21 está dispuesto para recibir señales de control recibidas a través del acoplamiento eléctrico 24. El controlador 21 decodifica las señales de control para poder procesar las instrucciones de control contenidas en las mismas. Las señales de control contienen instrucciones que, cuando son ejecutadas por el controlador 21, hacen que el UAV 20 se mueva según la ruta libre de conflictos.

40 El UAV 20 representado en las figuras es un vehículo aéreo no tripulado tipo cuadricóptero, con cuatro unidades de propulsión 25a-d que pueden ajustarse para controlar el paso/actitud, la velocidad, la orientación, el rumbo y la sustentación del UAV 20. En otras realizaciones, el UAV 20 puede adoptar una forma diferente, como la de un avión tradicional, un helicóptero, un dirigible, un avión de despegue y/o aterrizaje vertical o un globo. Por lo tanto, en otras realizaciones, el vehículo puede comprender menos o más de cuatro unidades de propulsión 25a-d. En estas realizaciones, el vehículo comprende superficies de control de vuelo tales como rotores, elevadores, alerones, aletas y hélices. El controlador 21 puede ejecutar las instrucciones de la señal de control controlando independientemente cada una de las unidades de propulsión 25a-d para aumentar o disminuir la velocidad del UAV 20. El controlador 21 está dispuesto para generar instrucciones de control para controlar las unidades de propulsión 25a-d (u otras superficies de control de vuelo) para cambiar el rumbo y/o la orientación y/o la altitud y/o la actitud y/o la velocidad del UAV 20 de tal modo que siga la ruta almacenada en la memoria 32 del controlador 30 de vehículo.

50 El UAV 20 puede incluir un sensor. El sensor puede ser para recopilar inteligencia (por ejemplo, inteligencia de imágenes) a lo largo de una ruta, detectar objetos para evitar o para ayudar a un usuario a controlar el UAV 20 manualmente usando el controlador remoto. El sensor puede ser una cámara óptica, por ejemplo. El sensor puede comprender adicional o alternativamente un radar, un LIDAR o un dispositivo de inteligencia de señales.

55 El UAV 20 incluye una memoria 22. La memoria 22 puede ser una memoria no volátil, tal como una memoria de solo lectura (ROM), una unidad de disco duro (HDD) o una unidad de estado sólido (SSD). La memoria 22 almacena, entre otras cosas, un sistema operativo. La memoria 22 puede incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM). La RAM es utilizada por el controlador 21 para el almacenamiento temporal de datos. El sistema operativo puede contener código que, cuando es ejecutado por el controlador 21 junto con la RAM, controla el funcionamiento de cada uno de los componentes de *hardware* del UAV 20.

60 El UAV 20 está provisto de un sistema 23 de navegación. El sistema 23 de navegación genera datos de navegación que se transmiten al controlador 30 del vehículo. Los datos de navegación pueden empaquetarse en una señal de datos y transmitirse a través de los acoplamientos eléctricos 24, 34 que forman la interfaz. Los datos de navegación

pueden indicar la ubicación actual del UAV 20. Los datos de navegación pueden indicar la altitud, la orientación y/o el rumbo del UAV 20. El sistema de navegación puede ser un sistema de navegación inercial o un receptor de navegación por satélite. El sistema de navegación puede comprender un altímetro. Los ejemplos de receptores de navegación por satélite incluyen los receptores Galileo, GLONASS y GPS. Cuando el controlador 30 de vehículo comprende su propio sistema de navegación a bordo, es posible que no se proporcione el sistema 23 de navegación del UAV.

Un método para controlar un vehículo no tripulado, específicamente, pero no exclusivamente un UAV 20, para seguir una ruta (o en la realización específica, un plan de vuelo) y evitar colisiones se describirá ahora con referencia a la figura 3.

En una primera etapa, S300, un procesador del motor 40 de resolución de conflictos recibe una ruta deseada para que la siga un UAV 20. La ruta deseada puede generarla un dispositivo terminal 10 cuando un usuario introduce un punto de inicio y final de un viaje, puede generarse y recibirse desde otro módulo del motor 40 de resolución de conflictos, o puede ingresarla manualmente el usuario utilizando una interfaz de usuario del dispositivo terminal 10.

En la etapa S301, el motor 40 de resolución de conflictos determina si la ruta deseada (o una región de exclusión a su alrededor) es interceptada por la ruta de un obstáculo. El obstáculo puede ser estático, como una montaña (por lo que, en efecto, su ruta es fija en el espacio y el tiempo), u otra aeronave. La información posicional sobre estos obstáculos puede almacenarse en una memoria del motor 40 de resolución de conflictos, o puede accederse a ella a través de una conexión de red.

Si hay un conflicto en la ruta deseada, en la etapa S302, el motor 40 de resolución de conflictos o bien replanifica la ruta para eliminar el conflicto o informa al usuario para que pueda introducir correcciones en la ruta deseada para eliminar el conflicto. A continuación, se almacena esta ruta libre de conflictos. Alternativamente, cuando la ruta deseada no contiene ningún conflicto, esta se almacena como la ruta libre de conflictos. La ruta libre de conflictos se puede usar más adelante cuando se planifiquen rutas para otros UAV 20.

En la etapa S303, la ruta libre de conflictos se transmite al controlador 30 de vehículo, en este caso un controlador de vuelo para un UAV 20. El controlador 30 de vehículo está acoplado al UAV 20. El controlador 30 de vehículo puede recibir la ruta libre de conflictos desde el motor 40 de resolución de conflictos mediante una conexión por cable, un dispositivo de almacenamiento portátil o mediante una conexión inalámbrica. La ruta libre de conflictos generada se transmite al controlador 30 de vehículo asociado usando su identificador único. Por ejemplo, un mensaje que contiene la ruta libre de conflictos puede transmitirse al controlador 30 de vehículo en un soporte de datos con un número de serie (o dirección IP o MAC) del controlador 30 de vehículo contenido en un encabezamiento de paquete.

En la etapa S304, el controlador 30 de vehículo usa la posición conocida actual del UAV 20 para determinar una maniobra, o conjunto de maniobras, que, cuando se ejecuten, provocarían que el UAV 20 siga la ruta libre de conflictos (es decir, se mueva de un punto de ruta al siguiente). El controlador 30 de vehículo genera una señal de control que tiene instrucciones para realizar esta maniobra (o estas maniobras). La instrucción puede establecer una velocidad (velocidad aerodinámica o velocidad sobre el suelo), momento de llegada, altitud, tiempo de viaje y/o dirección de viaje. Cuando se alcanza el punto de ruta, se puede generar una nueva señal de control que describa una nueva maniobra, por ejemplo, para detenerse, aterrizar o cambiar de dirección.

Las una o más señales de control se transmiten al UAV 20 a través de una interfaz de comunicaciones, tal como una interfaz alámbrica.

El UAV 20 recibe la señal de control del controlador 30 de vehículo. El procesador 21 del UAV 20 decodifica la señal de control para determinar la instrucción de maniobra. El controlador 21 controla entonces las superficies de control de vuelo, por ejemplo, las unidades de propulsión 25a-d, para ajustarlas de tal modo que el UAV 20 realice la maniobra instruida para seguir la ruta libre de conflictos.

El orden de las etapas presentadas en la figura 3 no pretende ser limitativo. En otras palabras, las etapas pueden llevarse a cabo en un orden diferente, o simultáneamente, sin desviarse del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un controlador (30) para un vehículo no tripulado (20), comprendiendo el controlador (30):

5 un receptor (33) para recibir una ruta deseada para el vehículo no tripulado;
 una primera interfaz de comunicaciones para permitir la comunicación eléctrica entre el controlador
 (30) y una interfaz de comunicaciones correspondiente en un vehículo no tripulado (20); y
 un procesador configurado para:

10 recibir la posición actual del vehículo no tripulado (20) y recibir información de posición
 relacionada con al menos un obstáculo;
 realizar la resolución de conflictos de rutas en la ruta deseada determinando si existe un
 conflicto donde el al menos un obstáculo intercepta la ruta deseada y generando una ruta
15 libre de conflictos no interceptada por el al menos un obstáculo, en donde la ruta libre de
 conflictos comprende los momentos de llegada deseados correspondientes a cada punto
 de ruta en un conjunto de puntos de ruta;
 generar una señal de control del vehículo que comprende una instrucción para realizar una
 maniobra que mueva el vehículo no tripulado (20) desde su posición actual para cada uno
20 de los puntos de ruta en los momentos de llegada correspondientes; y
 transmitir la señal de control del vehículo al vehículo no tripulado (20) a través de la primera
 interfaz de comunicaciones.
2. El controlador (30) según la reivindicación 1, en donde la primera interfaz de comunicaciones comprende una
25 interfaz alámbrica.
3. El controlador (30) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende medios de unión para
 acoplar de forma desmontable el controlador (30) al vehículo no tripulado (20).
4. El controlador (30) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un sistema (23)
30 de navegación configurado para determinar la posición actual del vehículo no tripulado (20).
5. El controlador (30) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la señal de control del
 vehículo comprende al menos una de posicionamiento, velocidad y altitud.
- 35 6. Un vehículo no tripulado (20) que comprende:

 un controlador (30) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores para generar una señal de
 control del vehículo para el vehículo no tripulado (20);
40 una segunda interfaz de comunicaciones para cooperar con la primera interfaz de comunicaciones
 para recibir la señal de control del vehículo desde el controlador (30);
 al menos una unidad (25a-d) de propulsión para generar empuje para mover el vehículo no tripulado
 (20); y
 un procesador para controlar la potencia y/o la dirección del empuje según la señal de control del
45 vehículo recibida.
7. El vehículo no tripulado (20) según la reivindicación 6, que comprende un sistema (23) de navegación a bordo
 para determinar la posición actual del vehículo no tripulado (20), en donde el sistema (23) de navegación está
 configurado para transmitir la posición actual del vehículo no tripulado (20) al controlador a través de la
50 segunda interfaz de comunicaciones.
8. El vehículo no tripulado (20) según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en donde el vehículo no tripulado
 (20) es un vehículo aéreo no tripulado y en donde la ruta libre de conflictos es un plan de vuelo libre de
 conflictos.
- 55 9. Un método para controlar un vehículo no tripulado (20), que comprende:

 recibir información de posición relativa a al menos un obstáculo;
 recibir la ruta deseada para el vehículo no tripulado;
60 realizar la resolución de conflictos de rutas en la ruta deseada determinando si existe un conflicto
 donde el al menos un obstáculo intercepta la ruta deseada y generando una ruta libre de conflictos
 no interceptada por el al menos un obstáculo, en donde la ruta libre de conflictos comprende los
 momentos de llegada deseados correspondientes a cada punto de ruta en un conjunto de puntos
 de ruta; y

generar una señal de control del vehículo que comprende una instrucción para realizar una maniobra que mueva el vehículo no tripulado (20) desde su posición actual para cada uno de los puntos de ruta en los momentos de llegada correspondientes; y
transmitir la señal de control del vehículo al vehículo no tripulado a través de una interfaz de comunicaciones.

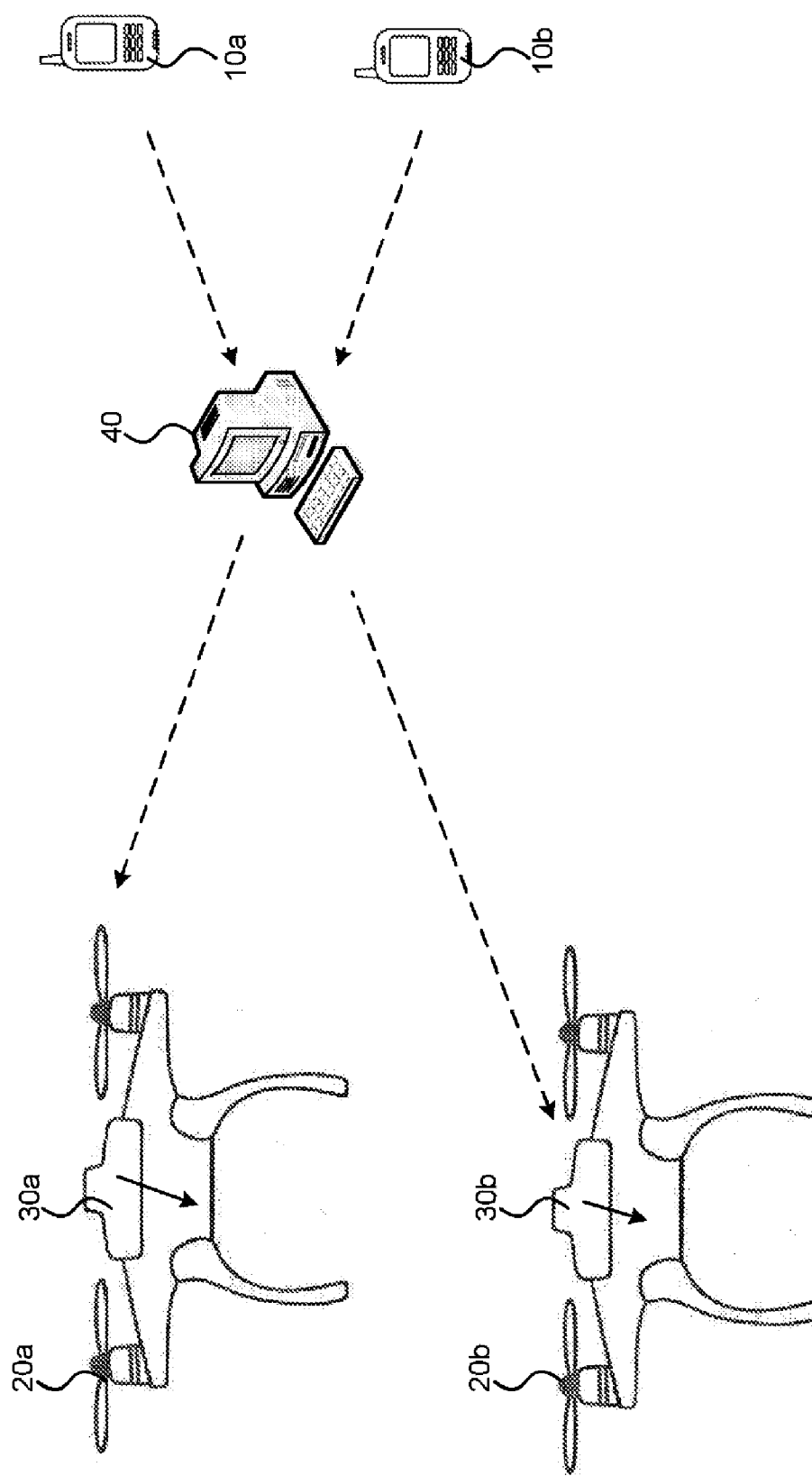


Figura 1

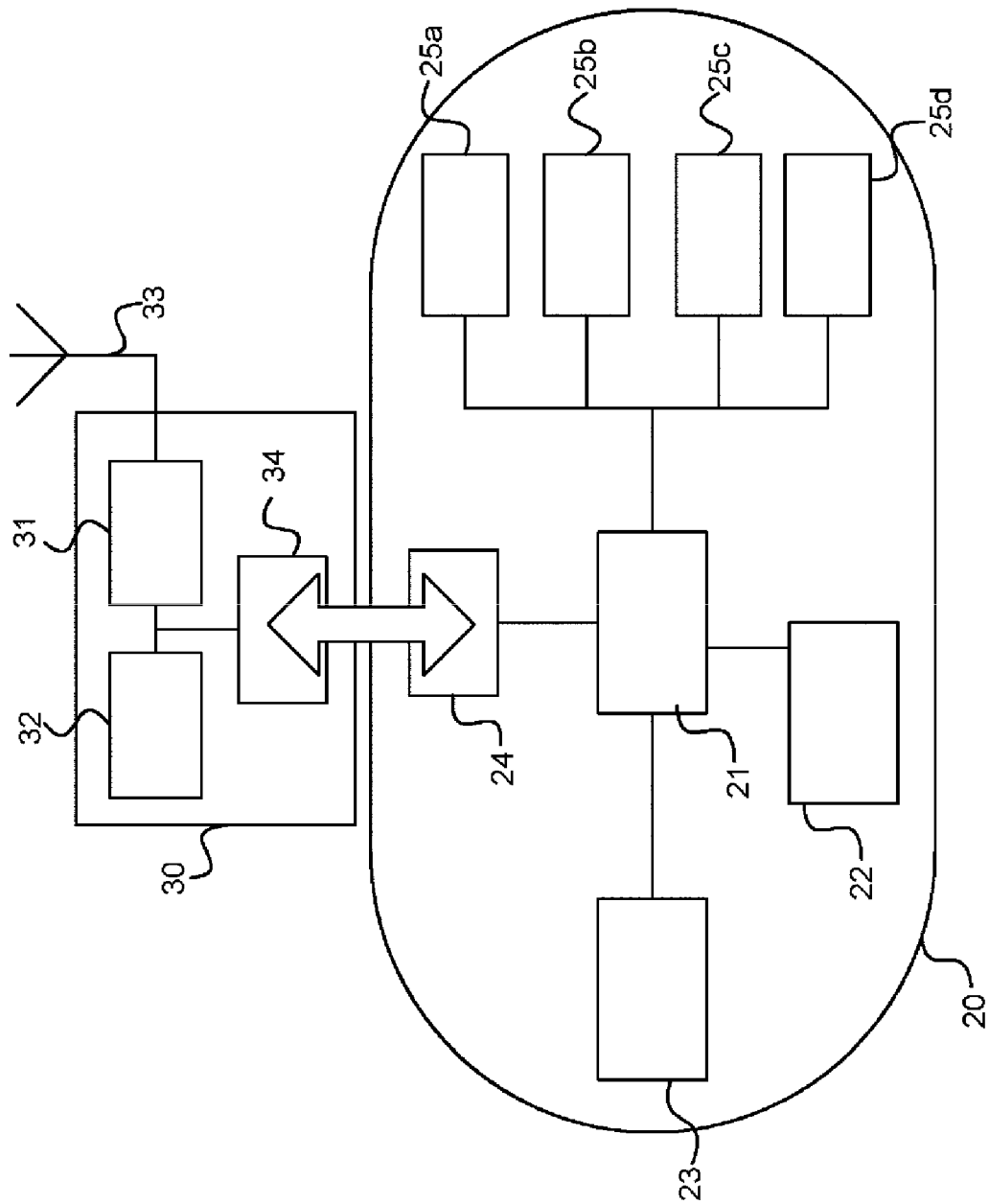


Figure 2

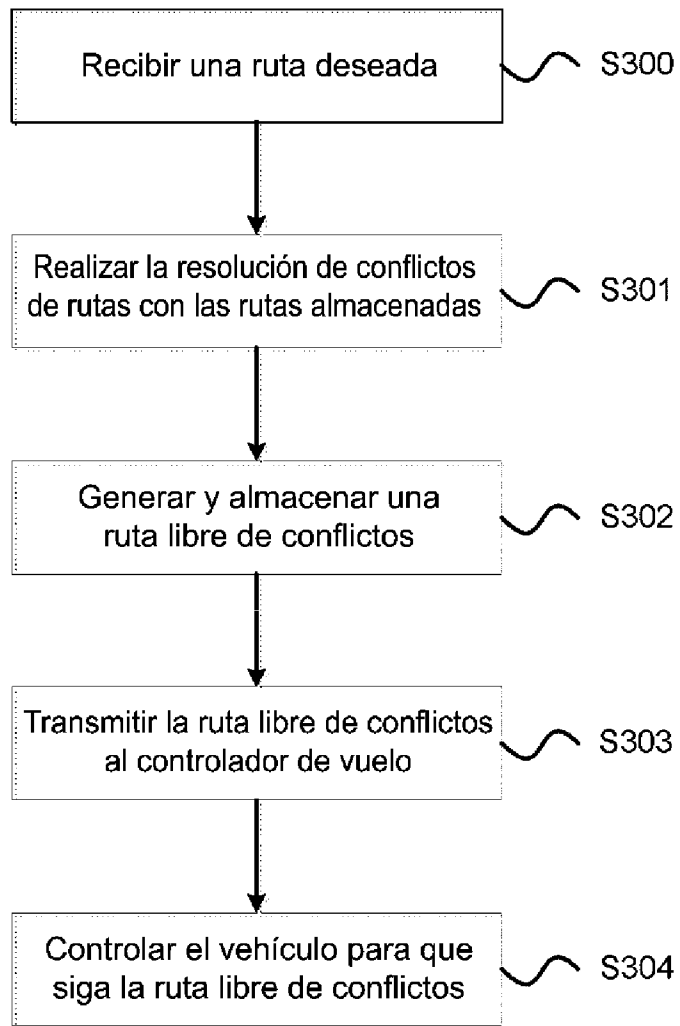


Figura 3