

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 022**

51 Int. Cl.:

G08G 5/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2018** **PCT/IB2018/055628**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.02.2019** **WO19025919**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2018** **E 18840571 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2024** **EP 3662460**

54 Título: **Planificación de rutas de emergencia de sistemas UAV en caso de fallo de las comunicaciones**

30 Prioridad:

04.08.2017 IN 201721027849

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.03.2025

73 Titular/es:

IDEAFORGE TECHNOLOGY PVT. LTD. (100.00%)
EL-146 TTC Industrial Area, Electronic Zone,
MIDC Mahape
Navi Mumbai, Maharashtra 400710, IN

72 Inventor/es:

SINGH, RAHUL

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 3 009 022 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

Planificación de rutas de emergencia de sistemas UAV en caso de fallo de las comunicaciones

Campo técnico

- 5 La presente divulgación se refiere en general al campo de los vehículos aéreos no tripulados (UAVs). En particular, la presente divulgación se refiere al fallo de comunicación durante el vuelo de un UAV con una ubicación de origen debido a un obstáculo en la línea de visión entre el UAV y la ubicación de origen, y a una planificación eficiente de la ruta de emergencia en caso de fallo de comunicación.

Antecedentes de la invención

- 10 La descripción de los antecedentes incluye información que puede ser útil para comprender la presente invención. No se admite que la información proporcionada en el presente documento sea técnica anterior o relevante para la invención reivindicada, ni que cualquier publicación a la que se haga referencia específica o implícitamente sea técnica anterior.

- 15 Los vehículos aéreos no tripulados (UAV) se emplean cada vez más en situaciones en las que el contacto humano directo podría resultar peligroso, difícil o, cuando menos, inviable desde el punto de vista económico y técnico. En tales situaciones, un UAV podría técnicamente proporcionar algo más que un "ojo" al operador u operadores entre otras personas asociadas que dependan de él. Aunque prometen una cobertura de largo alcance y la comunicación de zonas/localizaciones diana a la estación base, debido a los diferentes sensores y cargas útiles, los UAV pueden resultar peligrosos para la vida y la propiedad en caso de pérdida o fallo total de la comunicación.

- 20 En particular, los UAVs más pequeños deben tener acceso a señales de comunicaciones y navegación para algunas partes de sus misiones, incluido el aterrizaje (seguro). En general, la planificación de una misión nominal suele hacer uso de una ruta de vuelo preprogramada que incluye la consideración de dónde y cuándo pueden estar disponibles estas señales y dónde y cuándo se espera que estén bloqueadas. Esto es importante, ya que el vuelo, en ausencia de una retroalimentación humana regular, puede conducir a un aumento de los cambios de un incidente evitable.

- 25 Sin embargo, a veces las señales de comunicación o de navegación pueden bloquearse inesperadamente por una o más razones, tales como, por ejemplo, aunque no necesariamente, por interferencias o por factores del relieve (es decir, el terreno) o debido a otras fuerzas de contingencia, como volar por una ruta improvisada para perseguir a un sospechoso, lo que puede obligar a desviarse de la ruta nominal de la misión y aumentar así la posibilidad de colisiones imprevistas e incidentes similares.

- 30 El documento US20160070265A1 divulga una función de autorretorno para un UAV que se activa, entre otras cosas, en caso de pérdida de comunicación con un controlador remoto. La función de autorretorno incluye el registro de una pluralidad de puntos de ruta correspondientes a posiciones recorridas previamente a medida que el UAV navega por el entorno, y el recorrido de los puntos de ruta almacenados en orden inverso para hacer que el UAV regrese a la ubicación inicial.

- 35 El documento US20150323932A1 divulga un sistema aéreo autónomo que tiene un vehículo aéreo configurado para comunicarse con una base operativa y recibir datos del plan de misión de la base operativa, y un sistema de control de supervisión acoplado operativamente con el vehículo aéreo que está configurado para generar datos de señal de control de vuelo a través de un paquete de sensores que detecta obstáculos y percibe características físicas. Además de otras cosas, el sistema de control supervisor también está configurado con una contingencia de pérdida de comunicaciones para situaciones en las que se pierde la comunicación con la base de operaciones.

- 40 El documento WO2015114572A1 divulga un sistema implementado por ordenador para proporcionar enlaces de comunicación a vehículos aéreos no tripulados que mejora la duración de la conectividad y la cobertura. El sistema incluye una pluralidad de nodos que se comunican entre sí y con el vehículo aéreo no tripulado para permitir el intercambio de datos. Se crea un modelo de cobertura de señal 3D que determina la cobertura de señal proporcionada por la pluralidad de nodos. Un navegador presente en el sistema dirige el vehículo aéreo no tripulado para que siga una ruta de vuelo almacenada con base en el modelo 3D. Además de otras cosas, el sistema identifica los puntos de ruta presentes en la ruta del vehículo aéreo no tripulado y se seleccionan los puntos de ruta adecuados desde donde se recogen los datos prealmacenados detectados. A continuación, se selecciona un nodo adecuado con base en el modelo de cobertura de señal 3D almacenado, la ubicación del vehículo aéreo no tripulado y los nodos, y la intensidad de la señal de los nodos, y los datos recopilados se transmiten al nodo adecuado a través del vehículo aéreo no tripulado para proporcionar una comunicación robusta.

- 55 Así pues, en el pasado se han hecho esfuerzos para abordar los problemas mencionados, pero con un éxito limitado y una viabilidad poco práctica. Una solución podría ser preprogramar el comportamiento deseado de un UAV para eventos que impliquen una emergencia, tal que cuando el UAV pierda la comunicación, ejecute una ruta preprogramada para volver a su ubicación de origen por su operador, tal como se haya configurado en la misma antes del vuelo. Esta ruta de emergencia preprogramada suele planificarse para que tenga la distancia más corta (es decir, una ruta de vuelo lineal) desde el punto en el que se produce la pérdida de comunicación del UAV hasta la ubicación

de origen. Sin embargo, una desventaja de este tipo de ruta de vuelo lineal es la posibilidad de que haya obstáculos en el camino, ya que no se pueden tener en cuenta adecuadamente factores tales como la propia línea de visión. Alternativamente, para evitar esto, la ruta de emergencia preprogramada puede utilizar la misma ruta de vuelo preprogramada trazada por el UAV para la misión, es decir, volver a trazar la ruta recorrida por el UAV, pero en este caso la cantidad de tiempo que tarda el UAV en volver a la ubicación de origen puede ser mayor, y además, esto resultaría ser una molestia, ya que la batería probada para un UAV durante la emergencia se calcula generalmente con base en el tiempo correspondiente a la distancia más corta, entre otros posibles factores relevantes.

Por lo tanto, existe la necesidad de proporcionar una planificación de ruta de emergencia para un UAV (o un sistema para el mismo) para volver con seguridad a la ubicación de origen durante una situación de emergencia / fallo de comunicación, en el que dicha planificación asegura la ruta de vuelo más corta distancia, evitando al mismo tiempo la posibilidad de colisionar con cualquier obstáculo(s). Además, sería un beneficio adicional en caso de que exista una disposición para recuperar el control del UAV, por su operador, incluso después de uno o más evento(s) de fallo de comunicación.

En algunas realizaciones, los números que expresan cantidades de ingredientes, propiedades tales como concentración, condiciones de reacción, etc., utilizados para describir y reivindicar determinadas realizaciones de la invención deben entenderse modificados en algunos casos por el término "aproximadamente". Por consiguiente, en algunas realizaciones, los parámetros numéricos establecidos en la descripción escrita y en las reivindicaciones adjuntas son aproximaciones que pueden variar en función de las propiedades deseadas que se pretenden obtener con una realización concreta. En algunas realizaciones, los parámetros numéricos deben interpretarse a la luz del número de dígitos significativos informados y mediante la aplicación de técnicas de redondeo ordinarias. A pesar de que los intervalos y parámetros numéricos que establecen el amplio alcance de algunas realizaciones de la invención son aproximaciones, los valores numéricos establecidos en los ejemplos específicos se informan con la mayor precisión que se puede practicar. Los valores numéricos presentados en algunas realizaciones de la invención pueden contener ciertos errores que surgen necesariamente de la desviación estándar encontrada en sus respectivas mediciones de prueba.

Tal como se utiliza en el presente documento y en las reivindicaciones siguientes, el significado de "un", "una" y "el" incluye una referencia plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Asimismo, tal como se utiliza en el presente documento, el significado de "en" incluye "en" y "sobre", a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

La recitación de intervalos de valores en el presente documento sólo pretende servir como un método abreviado de referirse individualmente a cada valor separado que cae dentro del intervalo. A menos que se indique lo contrario, cada valor individual se incorpora a la especificación como si se recitara individualmente en el presente documento. Todos los métodos descritos en el presente documento se pueden realizar en cualquier orden adecuado, a menos que se indique lo contrario en el presente documento o que el contexto lo contradiga claramente. El uso de cualquiera y todos los ejemplos, o lenguaje ejemplar (por ejemplo, "tal como") proporcionado con respecto a determinadas realizaciones en el presente documento pretende simplemente iluminar mejor la invención y no plantea una limitación en el alcance de la invención reivindicada de otra manera. Ningún lenguaje en la memoria descriptiva debe interpretarse como indicativo de que algún elemento no reivindicado es esencial para la puesta en práctica de la invención.

Las agrupaciones de elementos alternativos o realizaciones de la invención divulgadas en el presente documento no deben interpretarse como limitaciones. Cada miembro del grupo puede mencionarse y reivindicarse individualmente o en cualquier combinación con otros miembros del grupo u otros elementos que se encuentren en el presente documento. Uno o más miembros de un grupo pueden ser incluidos o eliminados de un grupo por razones de conveniencia y/o patentabilidad. Cuando se produce una inclusión o supresión de este tipo, se considera que en el presente documento la memoria descriptiva contiene el grupo modificado, cumpliendo así la descripción escrita de todos los grupos utilizados en las reivindicaciones adjuntas.

Objeto de la invención

Un objeto general de la presente divulgación es proporcionar una planificación sencilla, segura y rápida de la ruta de emergencia de los UAV que no presente las deficiencias de las técnicas convencionales de planificación de la ruta en caso de fallo de las comunicaciones.

Un objeto de la presente divulgación es proporcionar un método de planificación de ruta de UAV centrado en la seguridad para eventos que implican la pérdida de comunicación con la ubicación de origen.

Otro objeto de la presente divulgación es proporcionar una ruta de vuelo de distancia más corta para el viaje de regreso de emergencia de un UAV teniendo en cuenta la probabilidad de obstáculo(s).

Resumen

Aspectos de la presente divulgación se refieren en general al campo de los vehículos aéreos no tripulados (UAVs), y en particular, a fallo(s) de comunicación durante el vuelo de un UAV. Más concretamente, la presente divulgación se refiere a la planificación de la ruta de emergencia más corta y segura en caso de fallo de comunicación del UAV.

En un aspecto, la presente divulgación se refiere a un método para ejecutar el retorno seguro de un vehículo aéreo no tripulado (UAV) que se mueve a lo largo de una ruta que tiene una pluralidad de puntos de ruta de comunicación en caso de fallo de la comunicación con una ubicación de origen debido a un obstáculo, en la línea de visión entre el UAV y la ubicación de origen, el método incluye las etapas de: detectar, en el UAV, un fallo de comunicación; permitir que el UAV regrese a la última ubicación de punto de ruta de comunicación saludable; y volver a la ubicación de origen si la comunicación no regresa dentro de un período de tiempo definido. En un aspecto, la ubicación del último punto de ruta de comunicación saludable es un punto de ruta de comunicación de la pluralidad de puntos de ruta de comunicación con señal saludable y seleccionado con base a uno o más factores seleccionados del grupo de estado de energía de la batería, estado/condición del sensor a bordo y parámetros nominales de la misión que comprenden tiempo total, distancia total, distancia recorrida, peso de la carga útil, condición/salud de la carga útil.

En un aspecto, el UAV regresa a la ubicación de origen utilizando la ruta de vuelo lineal más corta desde la ubicación del último punto de ruta de comunicación saludable hasta la ubicación de origen. En otro aspecto, en caso de que la comunicación regrese dentro del período de tiempo definido, el UAV espera la orden del usuario.

La presente divulgación se refiere además a un sistema configurado para permitir el retorno seguro de un UAV que se desplaza a lo largo de una ruta que tiene una pluralidad de puntos de ruta de comunicación en caso de fallo de la comunicación con una ubicación de origen debido a un obstáculo, en la línea de visión entre el UAV y la ubicación de origen, dicho sistema tiene un módulo de comunicación; y un sistema de control de vuelo acoplado operativamente con el módulo de comunicación para detectar un fallo de comunicación y, con base en dicha detección, regresar a la última ubicación de punto de ruta de comunicación sano, en el que el sistema de control de vuelo está configurado para permitir que el UAV regrese a su ubicación de origen si la comunicación no regresa dentro de un período de tiempo definido. En un aspecto, la ubicación del último punto de ruta de comunicación saludable es un punto de ruta de comunicación de la pluralidad de puntos de ruta de comunicación con señal saludable y seleccionado con base a uno o más factores seleccionados del grupo de estado de energía de la batería, estado/condición del sensor a bordo y parámetros nominales de la misión que comprenden tiempo total, distancia total, distancia recorrida, peso de la carga útil, condición/salud de la carga útil.

En un aspecto, el UAV regresa a la ubicación de origen utilizando la ruta de vuelo lineal más corta desde la ubicación del último punto de ruta de comunicación saludable hasta la ubicación de origen. En otro aspecto, en caso de que la comunicación regrese dentro del período de tiempo definido, el UAV espera la orden del usuario.

En otro aspecto, el sistema de control de vuelo está además configurado para, utilizando uno o más sensores, monitorizar los parámetros del UAV seleccionados de cualquiera o una combinación de localización, carga útil, velocidad, altura, dirección, ruta recorrida y nivel de combustible.

En otro aspecto, el fallo de comunicación se detecta con base en el estado del enlace de radio inalámbrico.

Varios objetos, características, aspectos y ventajas de la materia inventiva se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferentes, junto con las figuras de dibujo que se acompañan en las que los números semejantes representan componentes semejantes

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos se incluyen para proporcionar una mayor comprensión de la presente divulgación, y se incorporan y constituyen una parte de esta memoria descriptiva. Los dibujos ilustran realizaciones ejemplares de la presente divulgación y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la presente divulgación.

La FIG. 1 ilustra un diagrama de arquitectura ejemplar del UAV propuesto de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Las FIGS. 2A y 2B ilustran rutas de vuelo ejemplares del UAV de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

La FIG. 3 ilustra un diagrama de flujo ejemplar que muestra la ejecución de un retorno seguro para el UAV en caso de fallo de comunicación de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

Descripción detallada de la invención

A continuación, se describen detalladamente las realizaciones de la divulgación representadas en los dibujos adjuntos. Las realizaciones son tan detalladas como para comunicar claramente la divulgación. Sin embargo, la cantidad de detalles ofrecidos no pretende limitar las variaciones previstas de las realizaciones; por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caen dentro del alcance de la presente divulgación tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Cada una de las reivindicaciones adjuntas define una invención independiente, que a efectos de infracción se reconoce que incluye equivalentes a los diversos elementos o limitaciones especificados en las reivindicaciones. Dependiendo del contexto, todas las referencias que se hacen a continuación a la "invención" pueden referirse en algunos casos

únicamente a determinadas realizaciones específicas. En otros casos se reconocerá que las referencias a la "invención" se referirán a la materia recitada en una o más, pero no necesariamente en todas, las reivindicaciones.

A continuación, se indican diversos términos utilizados en el presente documento. En la medida en que un término utilizado en una reivindicación no se defina a continuación, se le debe dar la definición más amplia que los expertos en la técnica hayan dado a dicho término, tal como se refleja en las publicaciones impresas y en las patentes expedidas en el momento de la solicitud.

Aspectos de la presente divulgación se refieren en general al campo de los vehículos aéreos no tripulados (UAV), y en particular, a fallo(s) de comunicación durante el vuelo de un UAV. Más concretamente, la presente divulgación se refiere a la planificación de la ruta de emergencia más corta y segura en caso de fallo de comunicación del UAV.

En un aspecto, la presente divulgación se refiere a un método para ejecutar el retorno seguro de un vehículo aéreo no tripulado (UAV) que se mueve a lo largo de una ruta que tiene una pluralidad de puntos de ruta de comunicación en caso de fallo de la comunicación con una ubicación de origen debido a un obstáculo, en la línea de visión entre el UAV y la ubicación de origen, el método incluye las etapas de: detectar, en el UAV, un fallo de comunicación; permitir que el UAV regrese a la última ubicación de punto de ruta de comunicación saludable; y volver a la ubicación de origen si la comunicación no regresa dentro de un período de tiempo definido.

En un aspecto, el UAV regresa a la ubicación de origen utilizando la ruta de vuelo lineal más corta desde la ubicación del último punto de ruta de comunicación saludable hasta la ubicación de origen. En otro aspecto, en caso de que la comunicación regrese dentro del período de tiempo definido, el UAV espera la orden del usuario.

La presente divulgación se refiere además a un sistema configurado para permitir el retorno seguro de un UAV que se mueve a lo largo de una ruta que tiene una pluralidad de puntos de ruta de comunicación, dicho sistema incluye un módulo de comunicación; y un sistema (102) de control de vuelo operativamente acoplado con el módulo de comunicación con el fin de detectar un fallo de comunicación y, con base en dicha detección, volver a la última ubicación de punto de ruta de comunicación saludable, en el que después de esperar por_ un período de tiempo definido para que la comunicación regrese, el sistema de control de vuelo está configurado para permitir que el UAV regrese a su ubicación de origen.

En un aspecto, el UAV regresa a la ubicación de origen utilizando la ruta de vuelo lineal más corta desde la ubicación del último punto de ruta de comunicación saludable hasta la ubicación de origen. En otro aspecto, el UAV regresa a la ubicación de origen si la comunicación no regresa dentro del período de tiempo definido, en el que en caso de que la comunicación regrese dentro del período de tiempo definido, el UAV espera la orden del usuario.

En otro aspecto, el sistema de control de vuelo está configurado además para, utilizando uno o más sensores, monitorizar los parámetros del UAV seleccionados de entre cualquiera o una combinación de localización, carga útil, velocidad, altura, dirección, ruta recorrida y nivel de combustible.

En otro aspecto, el fallo de comunicación se detecta con base en el estado del enlace de radio inalámbrico.

Las realizaciones de la presente divulgación se refieren en general al campo de los vehículos aéreos no tripulados (UAV) y, en particular, a los fallos de comunicación durante el vuelo de UAV. Más concretamente, la presente divulgación se refiere a la planificación de la ruta de emergencia más corta y segura en caso de fallo de comunicación del UAV.

En un aspecto, la presente divulgación proporciona un método para ejecutar un retorno seguro para un UAV (también denominado "vehículo" y ambos términos utilizados indistintamente en lo sucesivo) que se desplaza a lo largo de una ruta con una pluralidad de puntos de ruta para una misión nominal, en el que el método incluye las etapas de detectar un evento de fallo de comunicación por parte del UAV, autodirigir el UAV a un punto de ruta con la última señal saludable (LHS) de la pluralidad de puntos de ruta, y planificar, por parte del UAV, una misión de emergencia con una ruta de vuelo lineal (alternativamente, ruta de vuelo) desde un origen hasta un destino, en la que el origen es el punto de ruta con la LHS y el destino (por ejemplo, la ubicación de inicio) está preconfigurado en UAV.

En un aspecto, el método de la presente divulgación incluye además la etapa de comunicación, por el UAV, con la ubicación de origen para comprobar si hay una señal saludable después de moverse al punto de ruta con el LHS de tal manera que, tras una comunicación exitosa desde la ubicación de origen, el UAV establece una señal saludable mientras se comunica con la ubicación de origen, en el que el siguiente paso es de detectar, por el UAV, un comando de usuario para procedimientos adicionales.

En un aspecto, el método de la presente divulgación incluye además la etapa de autovuelo del UAV a lo largo de la ruta de vuelo lineal de la misión de emergencia a un destino, en el que el destino es cualquiera de una pluralidad de puntos de ruta con una señal saludable.

En un aspecto, el fallo de comunicación, detectado por el UAV, tiene lugar debido a la obstrucción por un obstáculo presente sustancialmente a lo largo de la línea de visión desde la ubicación del operador o de origen hasta el UAV.

En un aspecto, el destino se preconfigura antes del inicio de la misión nominal con base en la condicionalidad con referencia a un valor umbral para el punto de ruta con una señal saludable. Alternativamente, el destino es preconfigurado en vuelo por el UAV en caso de fallo de la comunicación, con base en cualquiera o en una combinación de características de obstáculos, estado de energía de la batería, salud de los instrumentos de a bordo y distancia recorrida de la ruta total de la misión nominal.

En un aspecto, la selección del punto de ruta con la última señal saludable (LHS) se realiza con cualquiera o una combinación de uno o más de los factores seleccionados del grupo de estado de energía de la batería, parámetros nominales de la misión (tiempo total, distancia total, distancia recorrida, peso de la carga útil y similares), estado/salud de la carga útil, estado/condición de los sensores de a bordo.

Aunque la presente divulgación toma el ejemplo de un vehículo aéreo no tripulado (UAV) al referirse a varios aspectos del mismo, debe apreciarse que cualquier vehículo aéreo habilitado con provisión de operación autónoma, para la totalidad o una parte de su vuelo, fácilmente hace uso de la presente divulgación, a partir de una o más consideraciones tales como la recuperación segura, por ejemplo. Además, los vehículos distintos de los vehículos aéreos, tales como, pero no se limitan a, a los vehículos terrestres también implementan la presente divulgación con un mínimo o ninguna modificación, y todas estas variaciones han sido bien pensado y están dentro del alcance de la presente divulgación.

La FIG. 1 ilustra un diagrama de arquitectura ejemplar del UAV 100 de acuerdo con un aspecto de la presente divulgación. Como se ilustra, el UAV 100 incluye un sistema 102 de control de vuelo en comunicación con módulos/componentes tales como un módulo sensor 104, un módulo 110 de comunicación, actuadores de control y propulsión 114, y carga útil 116. En un aspecto, el sistema 102 de control es responsable de la integración y/o gestión de dichos módulos/componentes. Además, una antena 112 está en comunicación con el módulo 104 sensor y el módulo 110 de comunicación de tal manera que la antena 112 interactúa continuamente con la ubicación de la base/casa. Durante el vuelo, el módulo 104 sensor utiliza uno o más transductores tales como, pero no necesariamente, IMU (Unidad de Medición de Inercia) 106, GPS (Sistema de Posicionamiento Global) 108, acelerómetro, giroscopio, sensores IR y similares.

Con respecto a la FIG. 2, en un aspecto, una misión nominal para el UAV 202 incluye una ruta con una pluralidad de puntos de ruta con variación en la intensidad de la señal debido a un fallo en la comunicación por mal funcionamiento de componentes o por presencia de obstáculos. Generalmente, cuando el UAV 202 necesita realizar una misión nominal preprogramada o comandada dinámicamente, el sistema 102 de control dirige las funciones de la misión nominal y realiza un seguimiento del estado del vehículo, es decir, ubicación, velocidad, nivel de combustible, etc., mediante la adquisición de datos de los sensores (módulo 104 sensor). Durante la ejecución de la misión nominal, el sistema 102 de control también sigue comprobando la salud del enlace de radio inalámbrico desde el GCS (Estación de control terrestre, o alternativamente Estación terrestre/Ubicación de origen). Si el enlace de radio inalámbrico está conectado, el sistema 102 de control de vuelo continúa guiando al UAV 202 a través de su misión nominal. Sin embargo, si se pierde la comunicación inalámbrica por enlace de radio (o simplemente la comunicación), el sistema 102 de control de vuelo dirige al UAV 202 a su ubicación de punto de ruta de comunicación de última señal saludable (LHS).

En un aspecto, el sistema 102 de control de vuelo, no solo almacena en su memoria la ubicación de inicio/original de despegue, sino que también almacena la ubicación del último punto de ruta de comunicación saludable conocido (A4 como se ilustra en FIG. 2B). Estos datos son actualizados repetidamente mientras el UAV 202 está en vuelo y se mueve de un punto de ruta a otro de una pluralidad de puntos de ruta para una misión nominal. Además, el UAV 202 está configurado para enviar estado/actualizaciones con datos de sensores tales como coordenadas GPS, altitud, velocidad, aceleración, velocidad del viento y otros datos instrumentales o ambientales que se garantizan para llevar a cabo con éxito dicha misión, al llegar a cada punto de ruta de la pluralidad de puntos de ruta. En particular, el sistema 102 de control de vuelo está configurado para calcular y analizar los parámetros de vuelo subyacentes para notificar al usuario, al consultarse, información deseable como ETA (Hora estimada de llegada) al siguiente punto de ruta, velocidad media de vuelo, distancia al vacío o cualquier otro análisis que se requiera.

Las FIGS. 2A y 2B ilustran rutas de vuelo ejemplares de un UAV 202 de acuerdo con una realización de la presente divulgación. En particular, la FIG. 2A se refiere a una misión nominal que permite al UAV 202 moverse a lo largo de una ruta con una pluralidad de puntos de ruta, tales como los puntos de ruta A1, A2, A3, A4, y A5 (son posibles más puntos de ruta, aunque sólo se han mostrado éstos para mayor claridad y comprensión). En el presente documento, A1 es la "Ubicación de Inicio" desde donde el UAV 202 comienza su misión nominal mientras se mueve a otros puntos de ruta A2 y en adelante. Como se ha explicado anteriormente, durante la misión nominal, podría surgir una situación en la que se produjera un fallo de comunicación, detectado por el UAV 202, debido a varias razones, tales como un mal funcionamiento o fallo del instrumento de a bordo del UAV 202, inclemencias meteorológicas u obstáculos, entre otras posibles razones.

En un aspecto, la presente divulgación proporciona un método para ejecutar un retorno seguro condicional para un UAV 202 (vehículo aéreo no tripulado) que se desplaza a lo largo de una ruta con una pluralidad de puntos de ruta (en el presente documento A1 a A5) para una misión nominal, en el que el método incluye las etapas de detectar un evento de fallo de comunicación (cerca de A5) por el UAV 202 autodirigir el UAV 202 a un punto de ruta con la última señal

sana (A4) de la pluralidad de puntos de ruta; y planificar, por el UAV 202, una misión de emergencia con una ruta de vuelo lineal desde un origen a un destino, donde el origen es el punto de ruta con la última señal sana y el destino (digamos la ubicación de origen A1) está preconfigurado en el UAV 202. En particular, el fallo de comunicación tiene lugar debido a la obstrucción de la línea de visión desde A5 al UAV 202 por un obstáculo 204.

En un aspecto, las FIGS. 2A y 2B ilustran las condiciones de fallo de comunicación debido al obstáculo 204. En el presente documento, el UAV 202 está en un modo de misión nominal mientras se origina desde A1 (ubicación de origen), pero en algún lugar durante el vuelo, digamos en el punto de ruta A5, hay obstrucción al enlace de radio/señal desde A1 debido a la presencia de un obstáculo 204 en la línea de visión hacia el UAV 202/A5. Por las razones expuestas en la presente divulgación, desandar la ruta nominal o moverse directamente de A5 a A1 conduce a un desafío de seguridad para el UAV 202 de cualquier obstáculo(s) en la ruta lineal de A5 a A1. Recorrer la ruta nominal lleva a un lapso de tiempo indeseablemente largo con implicaciones para la vida de la batería a bordo del UAV 202.

En un aspecto, como sería evidente, por una o más razones que se refieren a el entorno exterior del UAV 202, mientras vuela desde la ubicación de inicio (A1) a otros puntos de ruta A2 y de allí en adelante, es posible que el UAV 202 tenga (mientras recibe a través de la antena 112) calidad, magnitud o claridad variables de la señal de comunicación/enlace de radio que se requiere para el vuelo adecuado asistido por humanos del mismo. Dicha diferencia en la calidad de la señal justificaría una diferenciación adecuada de consideraciones tales como la seguridad, a fin de establecer un valor umbral para una señal saludable, teniendo en cuenta al mismo tiempo las preferencias del usuario y otros parámetros leídos y gestionados dinámicamente por el sistema 102 de control de vuelo.

En un aspecto, digamos que por un fallo de comunicación en A5, el UAV 202 está configurado para moverse de regreso al punto de ruta con la última señal saludable, en este caso el punto de ruta A4. En el presente documento, dado que el fallo de comunicación se debe a que el obstáculo 204 obstruye la línea de visión desde A1 a A5, el UAV 202 (o más particularmente el sistema 102 de control de vuelo) planea una ruta de vuelo lineal (marcada con línea punteada en FIG. 2B) desde A4 a A1, para la cual se espera que la línea de visión esté libre de cualquier obstáculo. Además, ésta resultaría ser una opción mejor, al menos desde el punto de vista del tiempo y la seguridad, en comparación con otras opciones convencionales, como se ha explicado anteriormente.

En un aspecto, la ruta de vuelo lineal (como se ilustra en la FIG. 2B) no es exactamente lineal por consideraciones tales como el cambio de altura del UAV mientras se encuentra en vuelo para una misión de emergencia. Incluso de otro modo, un vuelo de altura constante podría requerir ligeros desvíos de la línea recta normal de la ruta de vuelo lineal en vista de algún obstáculo(s) y similares que podrían ser fácilmente detectados por sensores como se elabora en algunos aspectos de la presente divulgación. También puede ocurrir que tales desvíos devuelvan al UAV a la ruta de la misión nominal, luego de lo cual el UAV se reconecta/recomunica con la ubicación de origen, para recibir instrucciones tales como volver a la ruta de persecución original en la misión nominal, o cualquier otra orden del usuario.

En un aspecto, la selección del punto de ruta con la última señal saludable (LHS) se realiza (por el UAV) con cualquiera o una combinación de uno o más de los factores seleccionados del grupo de estado de energía de la batería, parámetros nominales de la misión (tiempo total, distancia total, distancia recorrida, peso de la carga útil y similares), condición/salud de la carga útil, estado/condición del sensor a bordo entre otros factores. Además, el UAV está configurado para compartir automáticamente los datos cruciales relativos al punto de ruta con el LHS tan pronto como el UAV vuelva a conectarse con la ubicación de origen/usuario.

En un aspecto, el UAV está configurado para escanear áreas en las proximidades de la ruta (con una pluralidad de puntos de ruta) de las misiones nominales con el fin de ejecutar una acción preventiva para evitar o disminuir los eventos de fallo de comunicación. Este escaneo permitiría al UAV comprobar automáticamente la presencia de obstáculos, comparando las características de los objetos escaneados en la ruta (o zonas adyacentes) con las características/imágenes prealmacenadas de los obstáculos a las que se accede a través de una base de datos. La base de datos es específica para cada misión, a fin de tener en cuenta las características geográficas y climáticas, entre otros factores pertinentes, de modo que haya una mayor probabilidad de predecir y juzgar oportunamente la presencia de obstáculos. Además, el UAV está configurado para actualizar dinámicamente una parte pertinente de dicha base de datos en lo que respecta a la actual y / o próxima sección de la ruta, teniendo en cuenta las limitaciones de almacenamiento de gran cantidad de datos y diversos equipos necesarios, por lo tanto, entre otros factores pertinentes como sería obvio para una persona que tiene conocimientos ordinarios en la técnica. Así, la detección oportuna de obstáculos, principalmente por comparación con la base de datos, permite al UAV maniobrar automáticamente alrededor de los obstáculos inmediatos o permitir compartir oportunamente tales posibilidades con el usuario (Ubicación de Inicio) para tomar el mando del usuario. Además, el UAV está configurado con una selección de diferentes mapas de zonas diana, ya sea de forma dinámica o prealmacenados en su memoria. Además, se proporcionan actualizaciones meteorológicas en línea para el UAV con el fin de equiparlo mejor para el manejo de posibles fallos de comunicación, principalmente debido al clima y fenómenos relacionados.

En un aspecto, el UAV está equipado con un medio de captura de imágenes tales cámaras para enviar regularmente imágenes de la vecindad de los lugares en vuelo para la misión nominal con el fin de permitir a un usuario para proceder en consecuencia, especialmente para eventos tales como fallo de comunicación donde tales imágenes es altamente beneficioso. Además, las imágenes de las áreas alrededor del UAV posiblemente ayuden a juzgar mejor las

características/características de los obstáculos que podrían haber provocado la pérdida/fallo de comunicación con la Localización de Origen. Además, las imágenes con etiquetas geográficas resultan más beneficiosas para permitir al usuario planificar SOP, tal como, por ejemplo, a partir de un análisis preliminar, la situación parece justificar la reubicación/movimiento de la ubicación de origen/usuario para volver a conectarse durante un corto período de tiempo con una mejor línea de visión.

La FIG. 3 ilustra un diagrama de flujo 300 ejemplar para planificar una ruta de emergencia para el UAV 202 en caso de fallo de comunicación, de acuerdo con una realización de la presente divulgación. En la etapa 302, el método incluye la etapa de detectar, en el UAV, una falla de comunicación; en la etapa 304, permitir que el UAV regrese a la ubicación del último punto de ruta de comunicación saludable; y en la etapa 306, con base en el estado de la falla de comunicación, es decir, si la comunicación regresa o no, permitir que el UAV regrese a su ubicación de origen.

Dado que la presente divulgación aprovecha la alta probabilidad de ausencia de obstáculo(s) mientras se vuela/planifica la ruta desde el punto de ruta con la última señal saludable (LHS) cuando se encuentra un fallo de comunicación (alrededor de otro punto de ruta debido a un obstáculo que bloquea la línea de visión directa al UAV), la presente divulgación ha hecho varias referencias a la misión de emergencia con referencia al punto de ruta con la LHS ya que proporciona un equilibrio de seguridad y eficiencia de tiempo. Si bien se entiende que cualquier punto de ruta (por ejemplo, A2 o A3) incluso antes del punto de ruta con el LHS es preferente, por una o más razones, tales como un umbral definido por el usuario para la intensidad de la señal saludable y similares, por encima del punto de ruta con el LHS (A4 de las FIGS. 2A y 2B) y todas esas variaciones están dentro del alcance de la presente divulgación.

Por lo tanto, la presente divulgación proporciona un método para planificar una ruta de emergencia con base en la seguridad y la distancia más corta para un UAV, particularmente para condiciones que involucren un fallo de comunicación. En particular, también está previsto que el usuario/la estación base pueda recuperar el control de forma condicional, como se explica en varios aspectos de la presente divulgación.

Ventajas de la invención

La presente divulgación proporciona una planificación sencilla, segura y rápida de la ruta de emergencia de los UAV que no tiene las deficiencias de las técnicas convencionales de planificación de la ruta en caso de fallo de las comunicaciones.

La presente divulgación proporciona un método de planificación de ruta de UAV centrado en la seguridad para eventos que implican la pérdida de comunicación con la ubicación de origen.

La presente divulgación proporciona una ruta de vuelo de distancia más corta para el viaje de regreso de emergencia de un UAV teniendo en cuenta la probabilidad de obstáculo(s).

REIVINDICACIONES

1. Un método para ejecutar el retorno seguro de un UAV (UAV) (202) que se desplaza a lo largo de una ruta que tiene una pluralidad de puntos de ruta de comunicación, en caso de fallo de la comunicación con una ubicación de origen debido a un obstáculo, en la línea de visión entre el UAV y la ubicación de origen, el método comprende las etapas de:
5
detectar, en el UAV (202), un fallo de comunicación;
permitir que el UAV (202) regrese a la ubicación del último punto de comunicación saludable (A4), siendo la ubicación del último punto de comunicación saludable un punto de comunicación de la pluralidad de puntos de comunicación con señal saludable y seleccionado con base a uno o más factores seleccionados del grupo de estado de energía de la batería, estado/condición de los sensores a bordo y parámetros nominales de la misión que comprenden tiempo total, distancia recorrida, peso de la carga útil, condición/salud de la carga útil;
10
y volver a la ubicación (A1) de origen si la comunicación no regresa en un periodo de tiempo definido.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el UAV (202) regresa a la ubicación (A1) de origen utilizando la ruta de vuelo lineal más corta desde la última ubicación (A4) de punto de ruta de comunicación saludable hasta la ubicación de origen (A1).
15
3. El método de la reivindicación 1, en el que en caso de que la comunicación regrese dentro del período de tiempo definido, el UAV (202) espera la orden del usuario.
4. Un sistema configurado para permitir el retorno seguro de un UAV (202) que se desplaza a lo largo de una ruta que tiene una pluralidad de puntos de ruta de comunicación, en caso de fallo de la comunicación con una ubicación de origen debido a un obstáculo, en la línea de visión entre el UAV y la ubicación de origen, dicho sistema comprende:
20
un módulo (110) de comunicación;
un sistema (102) de control de vuelo acoplado operativamente con el módulo (110) de comunicación para detectar un fallo de comunicación y, con base en dicha detección, volver a la ubicación (A4) del último punto de ruta de comunicación sano, siendo la ubicación del último punto de ruta de comunicación sano un punto de ruta de comunicación de la pluralidad de puntos de ruta de comunicación con señal sana y seleccionado con base en uno o más factores seleccionados del grupo de estado de energía de la batería, donde el sistema (102) de control de vuelo está configurado para permitir que el UAV (202) regrese a su ubicación (A1) de origen si la comunicación no regresa dentro de un período de tiempo definido.
25
5. El sistema de la reivindicación 4, en el que el UAV (202) vuelve a la ubicación (A1) de origen utilizando la ruta de vuelo lineal más corta desde la última ubicación (A4) de punto de ruta de comunicación saludable a la ubicación (A1) de origen.
30
6. El sistema de la reivindicación 4, en el que en caso de que la comunicación regrese dentro del período de tiempo definido, el UAV (202) espera la orden del usuario.
7. El sistema de la reivindicación 4, en el que el sistema (102) de control de vuelo está configurado además para, utilizando uno o más sensores, monitorizar los parámetros del UAV (202) seleccionados de cualquiera o una combinación de ubicación, carga útil, velocidad, altura, dirección, ruta recorrida y nivel de combustible.
35
8. El sistema de la reivindicación 4, en el que el fallo de comunicación se detecta con base en el estado del enlace de radio inalámbrico.

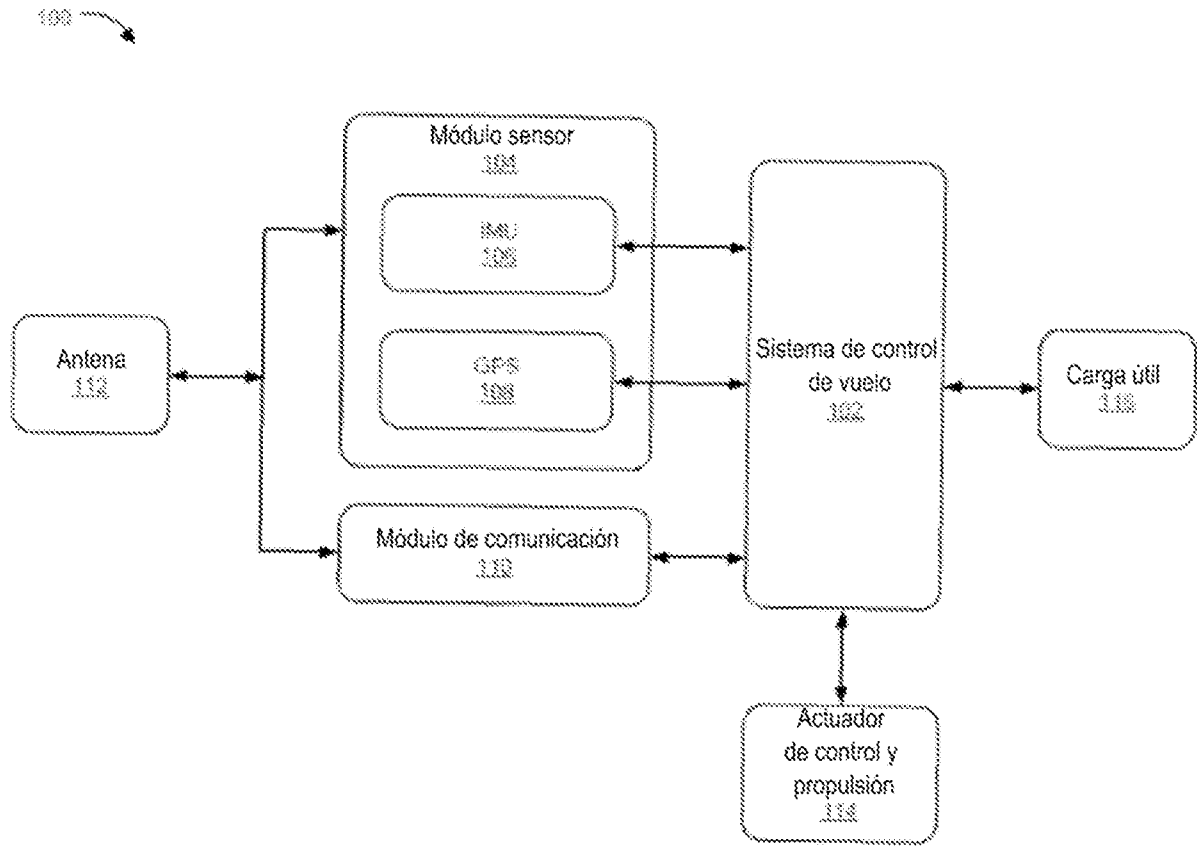


FIG. 1

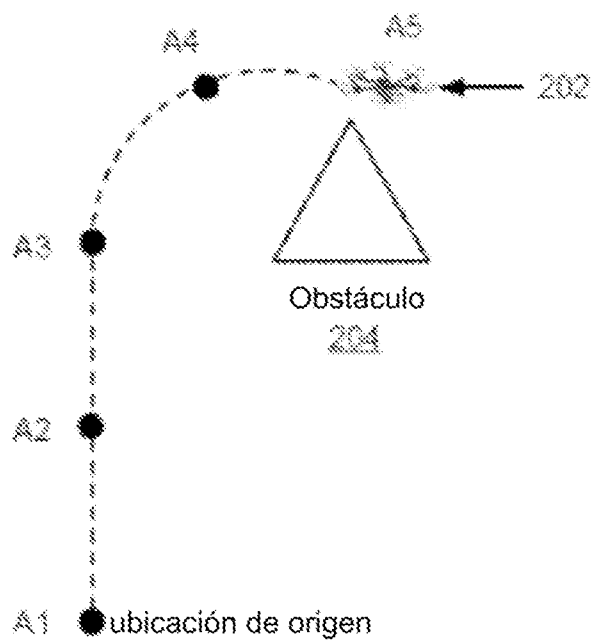


FIG. 2A

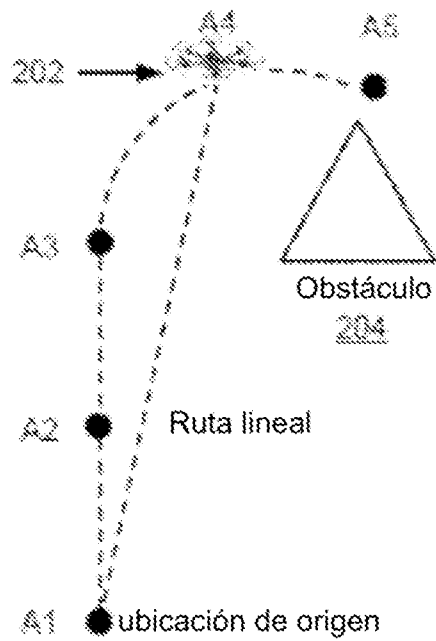


FIG. 2B

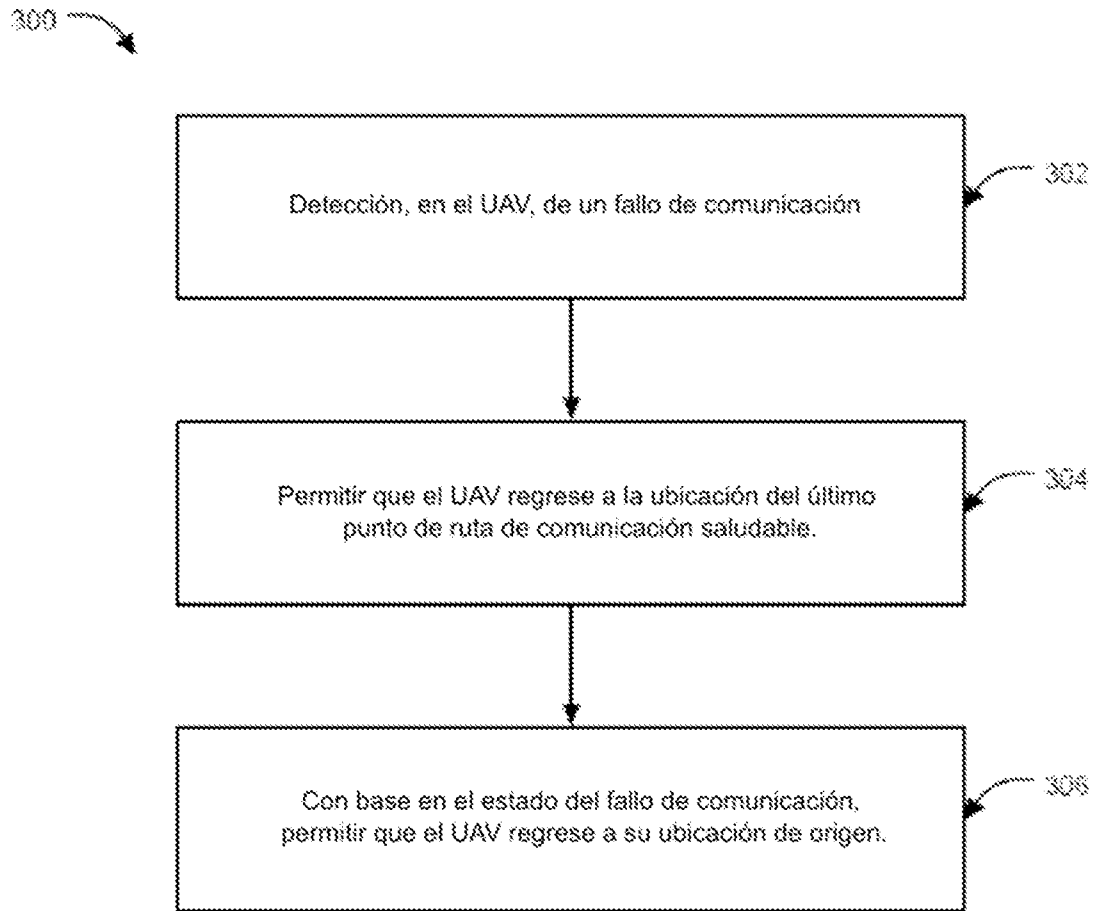


FIG. 3