

REIVINDICACIONES

1. Un método de detección de líneas de transmisión de energía en tiempo real con vehículos aéreos (UAV) no tripulados para una navegación autónoma, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

- a. detectar las líneas de transmisión en una imagen capturada mediante una cámara embarcada en el UAV en la cual el sistema de procesamiento visual localiza las líneas mediante el filtrado de la respectiva imagen, en donde el filtrado comprende a su vez las siguientes etapas:

- i. capturar una imagen a color en RGB (23) o en el espectro infrarrojo por medio de cámaras multiespectrales;
- ii. transformar la imagen al espacio de color YCbCr (24);
- iii. definir la Región de Interés - ROI (25);
- iv. aplicar la transformada bilateral (26) a la imagen;
- v. transformar la imagen al espacio de Fourier, aplicando la transformada de Fourier (27);
- vi. aplicar la transformada inversa de Fourier (28) y acentuar la información de alta frecuencia contenida en la imagen aplicando un filtro pasa altas (29);
- vii. obtener los bordes horizontales (30) y verticales de la imagen (31), aplicando el operador de convolución de Prewitt en los ejes X y Y, respectivamente;
- viii. obtener información de magnitud (32), de los bordes orientados;
- ix. cerrar los posibles contornos dentro de la imagen de bordes (33), aplicando una operación morfológica de cerrado (closing);
- x. realizar la umbralización (34) para pasar de una imagen de grises a una de blancos y negro;
- xi. limpiar los posibles residuos de la umbralización (35), aplicando un filtrado de mediana;
- xii. identificar las líneas de transmisión (36), aplicando la transformada de Hough;
- xiii. seleccionar las líneas que presentan una inclinación semejante (37);
- xiv. descartar las líneas con un ángulo superior al de interés (38);
- xv. presentar los resultados de las líneas seleccionadas (39);

y,

- b. calcular la posición y orientación del UAV con información visual y la información del estado previo de las líneas mediante la ejecución de un filtro de

estimación de estados (de Kalman, partículas, observadores de modos deslizantes, entre otros)

2. El método de detección de líneas de transmisión de energía en tiempo real con vehículos aéreos (UAV) no tripulados para una navegación autónoma, de acuerdo con la Reivindicación 1, caracterizado porque la etapa (b) de calcular la posición y orientación del UAV mediante la ejecución de un filtro de estimación de estados comprende a su vez las siguientes etapas:
 - a. inicializar todas las variables del sistema operativo en tiempo real, de la capa de abstracción de hardware, de las funciones para estimar estados y para empaquetar datos en el protocolo de comunicaciones;
 - b. extraer posición de las líneas dentro de la imagen capturada;
 - c. realizar la lectura de los sensores (11) mediante las tareas de: Verificar la integridad de los datos el estado de los sensores, Realizar la lectura de los sensores de flujo (15), Realizar la lectura de la unidad inercial IMU (16), Realizar la lectura de la posición de los servos (17), Verificar si el GPS tiene un nuevo dato (18), y Leer y procesar el dato mediante el análisis de los datos GPS (19);
 - d. estimar los estados (12) por medio de un filtro de estimación de estados y siguiendo las tareas de: Empaquetar los datos de entrada para la función del filtro (20), Ejecutar el cálculo del filtro (21), y Entregar las posiciones y orientaciones estimadas para ser utilizadas posteriormente por el módulo de control (22);
 - e. transmitir (13) los datos a la estación en tierra utilizando el canal disponible (UART);
 - f. asignar un tiempo de retardo (14) para volver a la lectura de sensores en la siguiente iteración.
3. Una arquitectura de hardware de detección de líneas de transmisión de energía en tiempo real con vehículos aéreos no tripulados para una navegación autónoma, caracterizado porque corresponde a un sistema de procesamiento y control (tarjeta electrónica de desarrollo) embebido embarcado en la plataforma del UAV e implementado en el computador de vuelo de este, donde el sistema comprende dos núcleos de procesamiento:
 - a. un microcontrolador para el control de vuelo (1) que recibe información de un sensor de flujo (4), de una unidad GPS (5), y de un sistema de radio telemetría (6) para la transmisión de datos a la estación en tierra (7); el microcontrolador (1) se encuentra conectado a un interruptor de seguridad (8) a través del cual se conectan los servomotores (10) del UAV al microcontrolador de vuelo (1) o al control remoto (9) del usuario.

b. un Procesador de aplicaciones SoC (1') conectado con una cámara (2), una unidad inercial IMU (3), un sistema de estabilización de video, y, además, conectado con el microcontrolador (1) mediante un bus de comunicaciones (ej. Serial, I2C o CAN).