



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 798**

51 Int. Cl.:  
**F41G 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08763029 .9**

96 Fecha de presentación : **09.04.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2137481**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.12.2009**

54 Título: **Procedimiento y sistema para estimar el área de impacto de una carga militar lanzada desde un avión.**

30 Prioridad: **18.04.2007 IT TO07A0272**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**13.04.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**13.04.2011**

73 Titular/es: **ALENIA AERONAUTICA S.p.A.**  
**Viale dell'aeronautica S.N.C**  
**80038 Pomigliano d'Arco, Napoli, IT**

72 Inventor/es: **Tranhero, Bruno;**  
**Giura, Alberto y**  
**Converso, Stefania**

74 Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 356 798 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

La presente invención se refiere a la integración de una carga militar con un avión y, más específicamente, a la estimación del tiempo de vuelo y del área de impacto en la superficie terrestre de una carga inteligente lanzada desde un avión.

5 El área de impacto de una carga balística o inteligente en la tierra es el área en la que se debe situar un objetivo con el fin de ser golpeado con éxito por la carga. El tamaño y la forma del área dependen de las condiciones de vuelo del avión al arrojarse la carga, bajo condiciones atmosféricas (por ejemplo, temperatura, humedad y viento) y bajo condiciones de impacto predeterminadas en el objetivo (por ejemplo, dirección de llegada y ángulo de ataque de la carga con relación al objetivo, velocidad de impacto deseada).

10 La Figura 1 muestra algunos ejemplos de formas de posibles áreas de impacto según diferentes condiciones de arrojamiento e impacto de una carga.

15 Cuando una carga balística se va a arrojar a un objetivo hay un único punto de arrojamiento por el que, teóricamente, puede golpear el objetivo. En la práctica, el punto de impacto de la carga en la tierra tendrá una distribución de Gauss alrededor de un punto de impacto medio que sólo raramente coincide con el objetivo. El error se puede deber a una variación de las características de la carga (peso, centro de gravedad, momentos de inercia) o a limitaciones del algoritmo de arrojamiento (parámetros no modelados), o incluso a imprecisiones en la estimación de los factores medioambientales (viento, densidad de aire, etc.).

En la actualidad, hay diversos algoritmos conocidos para el cálculo o estimación del área de impacto, que son usados por las compañías aeronáuticas para la integración de una carga con un avión.

20 Para una carga "inteligente", la situación es más compleja ya que esa carga tiene la capacidad de navegar con el fin de alcanzar un objetivo predefinido con un cierto grado de precisión. Si se conoce la posición de arrojamiento, los parámetros de vuelo del avión (por ejemplo, velocidad, aceleraciones, posición), las condiciones de impacto en el objetivo y las condiciones atmosféricas, es de ese modo necesario determinar si la carga tiene la capacidad de "guiarse a sí misma" al objetivo predefinido.

25 El área de impacto en la tierra en la que debe estar el objetivo predefinido con el fin de ser alcanzado con éxito por la carga es por lo tanto un área dinámica que varía cuando cambian las condiciones conocidas.

30 Durante la planificación sobre el terreno de una misión que requiere el arrojamiento de una carga, el área de impacto se puede calcular con el uso de un sistema para simular el funcionamiento de la carga pero, para el éxito de la misión, es necesario también tener un sistema para estimar el área de impacto durante el vuelo, que tenga en cuenta el hecho de que el área de impacto puede variar durante la misión.

El problema de estimar el área de impacto de una carga inteligente en tiempo real es complejo y altamente no lineal, dependiendo de las condiciones de arrojamiento desde el avión y del impacto de la carga en el objetivo.

35 Las herramientas más altamente desarrolladas para la planificación sobre el terreno usan modelos complejos, por ejemplo, modelos de cálculo numérico con seis grados de libertad, para predecir la trayectoria de una carga desde el punto de arrojamiento hasta el objetivo.

40 Un modelo con seis grados de libertad está adaptado para calcular la trayectoria de la carga en base a los parámetros de rotación y de traslación de la carga, a los parámetros medioambientales, y a un modelo de control del vuelo de la carga. Además, el modelo se refina con el uso de datos obtenidos por pruebas de arrojamiento de carga con el fin de reducir el error de la predicción con respecto al caso concreto. La precisión del modelo es muy buena y el posible error se limita a algunos metros.

Sin embargo, ya que este modelo hace un uso intensivo de los recursos del sistema de procesamiento que rige su ejecución, no se puede usar para aplicaciones en tiempo real a bordo de un avión, por ejemplo, durante una misión.

45 Para aplicaciones en tiempo real, es necesario usar modelos paramétricos que emparejen los resultados del modelo con seis grados de libertad con la tolerancia más pequeña posible.

Una desventaja adicional de la técnica anterior es que los modelos con seis grados de libertad calculan áreas de impacto poligonales que están definidas por un número notablemente variable de vértices.

50 Con el fin de simplificar la herramienta de simulación de modo que se ponga a disposición también de aplicaciones en tiempo real, es deseable reducir las posibles formas de las áreas de impacto a formas poligonales con un número uniforme y limitado de vértices.

El objeto de la invención es proporcionar un procedimiento y un sistema para estimar el área de impacto de una carga inteligente, que estén adaptados para ejecutarse o instalarse, respectivamente, a bordo de un avión y para realizar los cálculos de estimación en tiempo real.

5 Para este fin, los temas de la invención son un sistema que tiene las características definidas por la Reivindicación 1 y un procedimiento que tiene las características definidas por la Reivindicación 8.

Formas de realización específicas forman los temas de las reivindicaciones dependientes.

Un tema adicional de la invención es un programa o conjunto de programas de procesamiento como se reivindica.

10 En resumen, los temas de la invención son un procedimiento y sistema de procesamiento para estimar, a bordo de un avión, en tiempo real, el área de impacto de una carga inteligente y el tiempo de vuelo respectivo.

15 El procedimiento se implementa por medio de un programa o conjunto de programas de ordenador o rutinas de cálculo que constituyen una aplicación de software que se puede ejecutar por una pluralidad de módulos de procesamiento de un sistema de procesamiento complejo, adaptado para proveer a un piloto y/o un navegante de un avión que toma parte en una misión una representación gráfica del área de impacto estimada de una carga en la tierra en tiempo real.

20 Entre las posibles técnicas que se pueden usar para el desarrollo de una metodología para la estimación en tiempo real de áreas de impacto, que incluyen planteamientos matemáticos basados en regresiones lineales, regresiones no lineales, y redes neuronales, la presente solicitud hace un uso intensivo de la técnica de redes neuronales de manera que se pueda implementar de forma ventajosa en una plataforma de vuelo no experimental. De las diversas arquitecturas de redes neuronales conocidas (arquitecturas de GRNN, recursiva, y de BPN), la arquitectura de red neuronal que es considerada la que más se aproxima al funcionamiento de un modelo con seis grados de libertad para la estimación del tiempo de vuelo y de las áreas de impacto de una carga es una arquitectura de BPN.

25 La tarea de calcular el tiempo de vuelo y las áreas de impacto se divide de forma ventajosa en un grupo de tareas para calcular el tiempo de vuelo y las coordenadas con relación a un número predeterminado de puntos frontera (vértices) del área de impacto, respectivamente.

Se han llevado a cabo pruebas con diversos tipos de modelado de área de impacto que pueden reducir el número de vértices del área a 8, 10 ó 12 vértices, que se pueden obtener de las intersecciones de un número correspondiente de líneas rectas que se extienden por el punto centroide del área de impacto con el borde del área.

30 Se comprobó que el mejor compromiso entre la precisión del modelo y los requisitos computacionales es el modelado con 8 puntos en ángulos fijos.

La Figura 2 ofrece un ejemplo de cómo se puede representar un área de impacto con 8 puntos de acuerdo con las coordenadas (Cx, Cy) de un punto centroide y los módulos de los radios R1-R8, y la Figura 3 muestra las formas típicas de las áreas de impacto de la Figura 1 modeladas con ocho radios en ángulos fijos.

35 Como los modelos conocidos con seis grados de libertad, el sistema de procesamiento de la invención se dispone de forma ventajosa para distinguir entre las condiciones que permiten un área de impacto y las que no permiten un área de impacto. El reconocimiento de las condiciones que permiten un área de impacto mejora considerablemente el funcionamiento del sistema, ayudando a conseguir una reducción apreciable de los tiempos de cálculo y del empleo de recursos computacionales, así como del riesgo de estimar falsas áreas de impacto, y por lo tanto contribuye a un aumento de las condiciones de uso de la carga.

40 La función de reconocer las zonas de envolventes de arrojamiento e impacto de la carga que permiten un área de impacto se gestiona de forma ventajosa de un modo diferente al usado en las técnicas de estimación conocidas que, ya que no pueden realizar tal reconocimiento, tienen que reducir los intervalos de la entrada de parámetros al estimador en la etapa de diseño y como consecuencia reducir las posibles condiciones de arrojamiento e impacto de la carga.

45 Las características y ventajas adicionales de la invención se describirán en mayor detalle en la siguiente descripción detallada de una forma de realización de la misma que se da a modo de ejemplo no excluyente con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la fig. 1 muestra una serie de diferentes formas posibles de áreas de impacto,

la fig. 2 es un ejemplo del modelado de un área de impacto que tiene ocho radios con ángulos fijos,

50 la fig. 3 es una recopilación de posibles formas de área de impacto modeladas con ocho radios en ángulos fijos,

la fig. 4 es un diagrama de bloques que representa el sistema de procesamiento de la invención,

la fig. 5 es una representación de una red neuronal de retropropagación con cinco capas en las que se basan los módulos de procesamiento del sistema de la invención,

la fig. 6 es un diagrama de bloques de la arquitectura del sistema de procesamiento del sistema de la invención, y

5 la fig. 7 muestra una serie de formas de área de impacto estimadas de acuerdo con un modelo conocido con seis grados de libertad, con un modelo conocido con ocho puntos, y con el modelo basado en las redes neuronales de la invención.

Un diagrama de bloques del sistema de procesamiento de la invención se muestra en la Figura 4.

10 En detalle, comprende un primer módulo 10 de gestión de parámetros de entrada, adaptado para recibir datos o señales indicativos de las condiciones de vuelo del avión que porta la carga (por ejemplo, información sobre la altitud, velocidad, ángulo de subida, y dirección de desplazamiento del avión) y de las condiciones de impacto en el objetivo (por ejemplo, altura del objetivo, ángulo de impacto, acimut de impacto).

Una pluralidad de módulos 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 de procesamiento se asocian al mismo.

15 Un módulo 12 de cálculo de verificación de intervalos de entrada se dispone para verificar los intervalos de los parámetros de entrada y calcular los valores que se suministrarán como entradas a los módulos de estimación posteriores.

El módulo 12 se conecta directamente a un módulo 14 de filtro que también se conecta al módulo 10 para recibir los parámetros de entrada y se dispone para estimar si existe o no un área de impacto.

20 La salida del módulo 14 es llevada a una entrada de activación del módulo de estimación del área de impacto 16, adaptado para recibir, en la entrada, datos o señales indicativos de las condiciones de vuelo del avión al arrojarse la carga y las condiciones de impacto en el objetivo y se dispone para estimar las coordenadas del centroide del área de impacto y un número predeterminado (por ejemplo, ocho en la forma de realización actualmente preferida) de radios de la extensión del área de impacto, que se extienden desde el centroide.

25 Un módulo 18 de filtro de área recibe, en la entrada, la salida del módulo 16 y se dispone para calcular el área de superficie del área de impacto estimada, considerándola inexistente si está por debajo de un umbral predeterminado (por ejemplo, 1 kilómetro cuadrado). Si un área de impacto válida está presente, el módulo se dispone para calcular las distancias entre los vértices del área y el punto de arrojamiento que se usará como un dato para cálculos de reducción de tiempo de vuelo posteriores.

30 Un módulo 20 de reducción de área de impacto, cuya activación es controlada por el módulo de filtro 18, se dispone para recibir, en su entrada, los resultados producidos por el módulo 18 y para reducir el área de impacto estimada. Este módulo está adaptado de forma ventajosa para reducir los radios frontales (con respecto a la dirección de desplazamiento del avión) del área en un primer factor y los radios traseros del área en un segundo factor (por ejemplo del 20% y 10%, respectivamente) con el fin de ser más conservador y tener en cuenta el efecto del viento y cualquier otra condición de vuelo o arrojamiento que difiera de las condiciones nominales. El módulo se dispone para calcular las coordenadas de los vértices del área de impacto reducida, que constituyen la salida del sistema de estimación de la invención. El módulo 20 también se dispone para calcular las nuevas distancias entre los vértices del área de impacto reducida y el punto de arrojamiento de carga y está adaptado para emitir este resultado para el cálculo de la reducción del tiempo de vuelo.

40 Un módulo 22 de cálculo de tiempo de vuelo, cuya activación es controlada por el módulo de filtro 18, está adaptado para recibir, en su entrada, datos o señales indicativos de las condiciones de vuelo del avión y de las condiciones de impacto en el objetivo y se dispone para estimar el tiempo de vuelo de la carga a los vértices del área de impacto calculada.

Un módulo 24 de reducción de tiempo de vuelo se dispone para calcular el tiempo de vuelo a los vértices del área de impacto reducida.

45 El tiempo de vuelo estimado y reducido para cada vértice del área de impacto reducida se emiten desde el módulo 24.

50 El conjunto de datos de las coordenadas del centroide y de los vértices del área de impacto reducida y del tiempo de vuelo para cada vértice del área constituye la salida del sistema de estimación de la invención y es gestionado por un módulo para presentar la información al usuario, por ejemplo, para la visualización, en una pantalla integrada, de una representación geométrica del área de impacto que se puede superponer de forma ventajosa en un mapa geográfico de la región sobrevolada.

El estimador de área de impacto y de tiempo de vuelo descrito en la presente invención es un sistema de procesamiento basado en redes neuronales en las que la información necesaria para definir un área de impacto y el tiempo de vuelo respectivo de la carga son calculados por redes neuronales de retropropagación, cada una de las cuales está adaptada para calcular un dato específico.

5 Las redes neuronales son sistemas no lineales que pueden modificar su comportamiento según las entradas que reciben. Una red neuronal es un conjunto de procesadores paralelos conectados los unos a los otros en la forma de un grafo dirigido que tiene la capacidad de aprender por medio de un entrenamiento adecuado.

10 En particular, en la forma de realización actualmente preferida, el sistema se basa en redes neuronales supervisadas, es decir, redes que son entrenadas por ejemplos cada uno de los cuales describe un área de impacto (dato de salida) para una condición predeterminada de arrojamiento e impacto en la tierra de la carga (dato de entrada).

La ventaja de la técnica de redes neuronales se halla, brevemente, en la capacidad de reducir los tiempos y costes de procesamiento, de introducir capacidades funcionales avanzadas, de reducir los costes del sistema, y de aumentar su eficacia operativa.

15 Con el fin de conseguir el buen funcionamiento de una red neuronal, es necesario definir la arquitectura de red que sea más adecuada para representar el problema. Esto consiste en definir el número de capas de la red, el número de neuronas por capa oculta, las funciones de transferencia de las capas, y el tipo de entrenamiento de la red.

20 Es fundamental crear un archivo de entrenamiento que sea adecuado para representar el fenómeno sometido a examen. De hecho, el conjunto de datos de entrenamiento debe ser completo, particularmente cuando es extremadamente no lineal. Además, el conjunto de datos de pruebas para verificar el funcionamiento de una red debe contener entradas distintas a aquellas en las que la red ha sido entrenada.

25 En la selección de la arquitectura de red y el conjunto de datos de entrenamiento, se debe recordar que, aunque el funcionamiento de la red neuronal puede mejorar si se varían los factores descritos anteriormente, es necesario evitar un aumento excesivo de los tiempos de entrenamiento y los tiempos de respuesta de la red que se está produciendo. La selección final debería por tanto ser el resultado de una compensación de estos dos aspectos, dependiendo de la aplicación de los recursos de hardware y software disponibles.

Según la invención, es preferible usar redes neuronales de retropropagación con 3 a 5 capas y con una única salida.

30 La Figura 5 muestra de forma concisa un modelo de una red de retropropagación multicapa con cinco capas como la usada en los módulos de procesamiento del sistema de la invención.

En detalle, el sistema de procesamiento para la estimación de las áreas de impacto y del tiempo de vuelo de una carga comprende tres conjuntos de redes neuronales de tipo BPN:

35 - un primer grupo de redes neuronales adaptadas para estimar si existe o no el área de impacto según las condiciones de vuelo del avión al arrojarse la carga y las condiciones de impacto de la carga en el objetivo; la inexistencia del área de impacto indica que, con la condición de vuelo específica al arrojarse la carga, no es posible satisfacer las condiciones de impacto requeridas;

- un segundo grupo de redes neuronales para el cálculo del área de impacto, que comprende una pluralidad de redes dispuestas para estimar las coordenadas del centroide del área de impacto y los radios del área, respectivamente;

40 - un tercer grupo de redes neuronales para calcular el tiempo de vuelo, que comprende una pluralidad de redes dispuestas para estimar el tiempo de vuelo a uno respectivo de los vértices del área de impacto.

En particular, cada una de estas redes comprende funciones de transferencia indicadas como  $f^1$ ,  $f^2$ ,  $f^3$ ,  $f^4$  de las capas internas, que se seleccionan del grupo que comprende funciones de transferencia lineal, senoidal, tangente hiperbólica, Gaussiana, o Gaussiana complementaria.

45 Las funciones de transferencia lineal se usan para la normalización de la entrada y la desnormalización de la salida. Cuando se cargan las variables en una red neuronal se deben escalar a un intervalo numérico que la red neuronal pueda procesar de forma eficaz. Hay dos intervalos con los que las redes operan generalmente, es decir, un intervalo entre 0 y 1 o un intervalo entre -1 y 1. Los intervalos pueden ser de dos tipos, es decir, un intervalo "cerrado"  $([0, 1] \text{ ó } [-1, 1])$ , por el que sus valores se incluyen estrictamente dentro del intervalo o un intervalo "abierto", por el que sus valores pueden ser mayores que o inferiores a los límites del intervalo.

50 Un intervalo "abierto" se usa de forma ventajosa en el diseño de las redes neuronales del estimador de la

invención.

La función de transferencia tangente hiperbólica es  $\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$ ,

La función de transferencia Gaussiana es  $G(x) = e^{-x^2}$ , y la función de transferencia Gaussiana complementaria es  $GC(x) = 1 - e^{-x^2}$ .

5 En una forma de realización de una red neuronal, las funciones de transferencia indicadas como  $f^1, f^2, f^3, f^4$ , son, en sucesión, una función de transferencia tangente hiperbólica, una función de transferencia Gaussiana, una función de transferencia Gaussiana complementaria, y una función de transferencia lineal, respectivamente.

El sistema de estimación del área de impacto y del tiempo de vuelo se construye e incorpora de forma ventajosa en el sistema de procesamiento principal del avión que porta la carga.

10 Una arquitectura de sistema cuya unidad principal es el procesador central del avión se muestra en la Figura 6.

15 Un procesador principal, indicado como 100, se dispone para realizar las funciones de navegación, gestión de los procedimientos de ataque, inicialización de cargas, y cálculo de envolventes de lanzamiento (es decir, la estimación de las áreas de impacto), así como las funciones de gestión de la presentación de información al piloto y gestión de la implementación de las órdenes del piloto.

Conectada a la entrada del procesador 100 hay una pluralidad de sensores 120 para la adquisición de datos indicativos de las condiciones de vuelo del avión y las condiciones de arrojamiento de carga, un dispositivo 140 de interfaz de teclado multifuncional, un sustrato o memoria 160 de datos en estado sólido, y un sistema 180 de control de carga.

20 La interfaz 140 se dispone, por ejemplo, para la entrada y/o modificación de las coordenadas del objetivo, de las condiciones de impacto en el objetivo, y de los datos de selección de rumbo del avión y de ataque.

El sustrato 160 de datos almacena las coordenadas del objetivo, las condiciones de impacto en el objetivo, y el rumbo del avión, que se programan durante la preparación de la misión sobre el terreno o se modifican en tiempo de ejecución para objetivos fortuitos.

25 El sistema 180 de control de carga se dispone para identificar y seleccionar la carga, para autorizar el arrojamiento, y para gestionar la secuencia y temporización de arrojamiento. Un pulsador de arrojamiento de carga 200 se asocia de forma conveniente al mismo.

El procesador principal 100 también se conecta a una pantalla 220 para la presentación de los datos de misión y ataque al piloto o al navegante del avión.

30 El sistema 180 de control de carga está adaptado para activar los cartuchos 240 de una carga por medio de una señal de orden de arrojamiento respectiva y el procesador principal está adaptado para controlar la carga C abasteciéndola de datos de coordenadas del objetivo, datos de alineación, y una señal de activación.

35 En la descripción, el montaje de procesamiento en el que se basa el sistema se ha identificado como una unidad de procesamiento electrónica de microprocesador provista de al menos un módulo de almacenamiento para almacenar parámetros de procesamiento respectivos pero, en esta conexión, se señala que, a efectos de la invención, una pluralidad de unidades de procesamiento conectadas en paralelo y módulos de almacenamiento deberían considerarse totalmente equivalentes.

40 Con referencia a la Figura 7, ésta muestra algunos ejemplos de comparaciones del área de impacto calculada por un modelo de simulación convencional con seis grados de libertad (también mostrada con un modelo con ocho puntos) y por el modelo de la invención.

De forma ventajosa, el sistema de estimación en tiempo real implementado a bordo del avión puede calcular un área de impacto en un tiempo dos órdenes de magnitud menos que el tiempo tomado por un simulador fuera de línea según la técnica anterior.

45 Los resultados obtenidos en cuanto a la velocidad de cálculo y al funcionamiento del sistema y el procedimiento de la invención confirman de forma ventajosa la validez del planteamiento tomado, y la eficacia de la técnica de redes neuronales y también de la arquitectura de sistema diseñada y descrita anteriormente.

Naturalmente, siendo igual el principio de la invención, las formas de realización y los detalles de construcción se pueden variar ampliamente con respecto a los descritos e ilustrados puramente a modo de ejemplo no excluyente, sin desviarse de ese modo del ámbito de protección de la presente invención definida por las reivindicaciones anexas.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema para estimar el área de impacto de una carga inteligente que se puede lanzar desde un avión, que comprende un montaje de procesamiento que incluye:
- 5 medios para adquirir primeros datos o señales indicativos de las condiciones de vuelo del avión al arrojar la carga; y
- medios de procesamiento que incluyen una pluralidad de redes neuronales, para estimar el punto de impacto de la carga en el objetivo;
- caracterizado porque dicho montaje de procesamiento incluye además medios para adquirir segundos datos o señales indicativos de las condiciones de impacto predeterminadas en el objetivo, y
- 10 porque los medios de procesamiento se disponen para determinar un área de impacto poligonal como una función de los primeros y segundos datos o señales, incluyendo dichos medios de procesamiento una pluralidad de primeras redes neuronales, dispuestas para calcular las coordenadas de un punto central del área de impacto y de un número predeterminado de vértices del área, respectivamente.
2. Un sistema según la Reivindicación 1, en el que las primeras redes neuronales se disponen para el cálculo de los radios que se extienden desde el punto central del área de impacto, que están adaptados para definir el número predeterminado de vértices.
- 15 3. Un sistema según la Reivindicación 1 o la Reivindicación 2, en el que los medios de procesamiento incluyen una pluralidad de segundas redes neuronales que se disponen para el cálculo del tiempo de vuelo a los vértices del área de impacto.
- 20 4. Un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los medios de procesamiento para determinar un área de impacto incluyen una pluralidad de terceras redes neuronales que se disponen para estimar la existencia del área de impacto como una función de los primeros y segundos datos o señales indicativos de las condiciones de vuelo del avión al arrojar la carga y de las condiciones de impacto predeterminadas en el objetivo.
- 25 5. Un sistema según la Reivindicación 4, en el que las primeras, segundas y terceras redes neuronales son redes neuronales de retropropagación con 3 a 5 capas y comprenden funciones de transferencia entre las capas que se seleccionan del grupo que comprende funciones de transferencia lineal, senoidal, tangente hiperbólica, Gaussiana, o Gaussiana complementaria.
- 30 6. Un sistema según la Reivindicación 5, en el que las primeras, segundas y terceras redes neuronales comprenden redes neuronales de retropropagación de 5 capas con 3 capas ocultas, que tienen una función de transferencia tangente hiperbólica de la primera capa oculta, una función de transferencia Gaussiana de la segunda capa oculta, una función de transferencia Gaussiana complementaria de la tercera capa oculta, y una función de transferencia de salida lineal, respectivamente.
- 35 7. Un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los medios de procesamiento se disponen para reducir el valor de los radios del área de impacto particularmente para aplicar un primer factor para la reducción de los radios frontales del área de impacto, con respecto a la dirección de desplazamiento del avión, y para aplicar un segundo factor para la reducción de los radios traseros del área de impacto, para calcular las coordenadas del número predeterminado de vértices de un área de impacto reducida, y para calcular el tiempo de vuelos de la carga a los vértices del área de impacto reducida.
- 40 8. Un procedimiento de estimación del área de impacto de una carga inteligente que se puede lanzar desde un avión, estando adaptado el procedimiento para implementarse por medio de un montaje de procesamiento electrónico que comprende medios para determinar un área de impacto poligonal definida por las coordenadas de un punto central y de un número predeterminado de vértices, como una función de los primeros y segundos datos o señales indicativos de las condiciones de vuelo del avión al arrojar la carga y de las condiciones de impacto predeterminadas del objetivo, respectivamente,
- 45 incluyendo los medios una pluralidad de primeras redes neuronales dispuestas para calcular las coordenadas del punto central del área de impacto y del número predeterminado de vértices del área, respectivamente,
- comprendiendo el procedimiento:
- una etapa de aprendizaje en la que el montaje de procesamiento recibe primeros y segundos datos o señales de entrenamiento de entrada indicativos de las condiciones de vuelo del avión al arrojar la carga y de las condiciones de impacto predeterminadas en el objetivo respectivamente, así como datos de entrenamiento de salida asociados indicativos de las coordenadas de un punto central y de un número predeterminado de vértices de un área de impacto, y determina
- 50

las funciones de transferencia entre las capas de las primeras redes neuronales como una función de los datos de entrenamiento de entrada y de salida, y

una etapa de ejecución en la que el montaje de procesamiento recibe, como entradas, primeros y segundos datos o señales de medición y calcula una estimación del área de impacto como resultado de la aplicación de las funciones de transferencia.

9. Un procedimiento según la Reivindicación 8, en el que las primeras redes neuronales se disponen para calcular los radios, que se extienden desde el punto central del área de impacto, que están adaptados para definir el número predeterminado de vértices.

10. Un procedimiento según la Reivindicación 8 o la Reivindicación 9, en el que los medios incluyen una pluralidad de segundas redes neuronales dispuestas para calcular el tiempo de vuelo a los vértices del área de impacto, respectivamente,

comprendiendo el procedimiento:

una etapa de aprendizaje en la que el montaje de procesamiento recibe primeros datos o señales de entrenamiento de entrada indicativos de las condiciones de vuelo del avión al arrojarse la carga y segundos datos o señales de entrenamiento de entrada indicativos de las condiciones de impacto predeterminadas en el objetivo, así como datos de entrenamiento de salida asociados indicativos del tiempo de vuelo a los vértices del área de impacto, y determina las funciones de transferencia entre las capas de las segundas redes neuronales como una función de los datos de entrenamiento de entrada y salida, y

una etapa de ejecución en la que el montaje de procesamiento recibe, como entradas, primeros y segundos datos o señales de medición y calcula una estimación del tiempo de vuelo a los vértices del área de impacto como resultado de la aplicación de las funciones de transferencia.

11. Un procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 8 a 10, en el que los medios incluyen una pluralidad de terceras redes neuronales dispuestas para estimar la existencia del área de impacto, respectivamente,

comprendiendo el procedimiento:

una etapa de aprendizaje en la que el montaje de procesamiento recibe primeros datos o señales de entrenamiento de entrada indicativos de las condiciones de vuelo del avión al arrojarse la carga y segundos datos o señales de entrenamiento de entrada indicativos de las condiciones de impacto predeterminadas en el objetivo, así como datos de entrenamiento de salida asociados indicativos de la existencia de un área de impacto, y determina las funciones de transferencia entre las capas de las terceras redes neuronales como una función de los datos de entrenamiento de entrada y de salida, y

una etapa de ejecución en la que el montaje de procesamiento recibe, como entradas, primeros y segundos datos o señales de medición y determina la presencia o ausencia de un área de impacto como resultado de la aplicación de las funciones de transferencia.

12. Un procedimiento según una cualquiera de las Reivindicaciones 8 a 11, en el que las primeras, segundas y terceras redes neuronales son redes neuronales de retropropagación con 3 a 5 capas y comprenden funciones de transferencia entre las capas que se seleccionan del grupo que comprende funciones de transferencia lineal, senoidal, tangente hiperbólica, Gaussiana, y Gaussiana complementaria.

13. Un procedimiento según la Reivindicación 12, en el que las primeras, segundas y terceras redes neuronales comprenden redes neuronales de retropropagación de 5 capas con 3 capas ocultas que tienen una función de transferencia tangente hiperbólica de la primera capa oculta, una función de transferencia Gaussiana de la segunda capa oculta, una función de transferencia Gaussiana complementaria de la tercera capa oculta, y una función de transferencia de salida lineal, respectivamente.

14. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende la reducción del valor de los radios del área de impacto, el cálculo de las coordenadas del número predeterminado de vértices de un área de impacto reducida, y el cálculo del tiempo de vuelos de la carga a los vértices del área de impacto reducida, en el que la reducción del valor de los radios del área de impacto comprende la aplicación de un primer factor de reducción a los radios frontales del área de impacto, con respecto a la dirección de desplazamiento del avión, y la aplicación de un segundo factor de reducción a los radios traseros del área de impacto.

15. Un programa o conjunto de programas de procesamiento adaptado para ser ejecutado por un sistema de procesamiento y que está adaptado para llevar a cabo el procedimiento según la reivindicación 8.

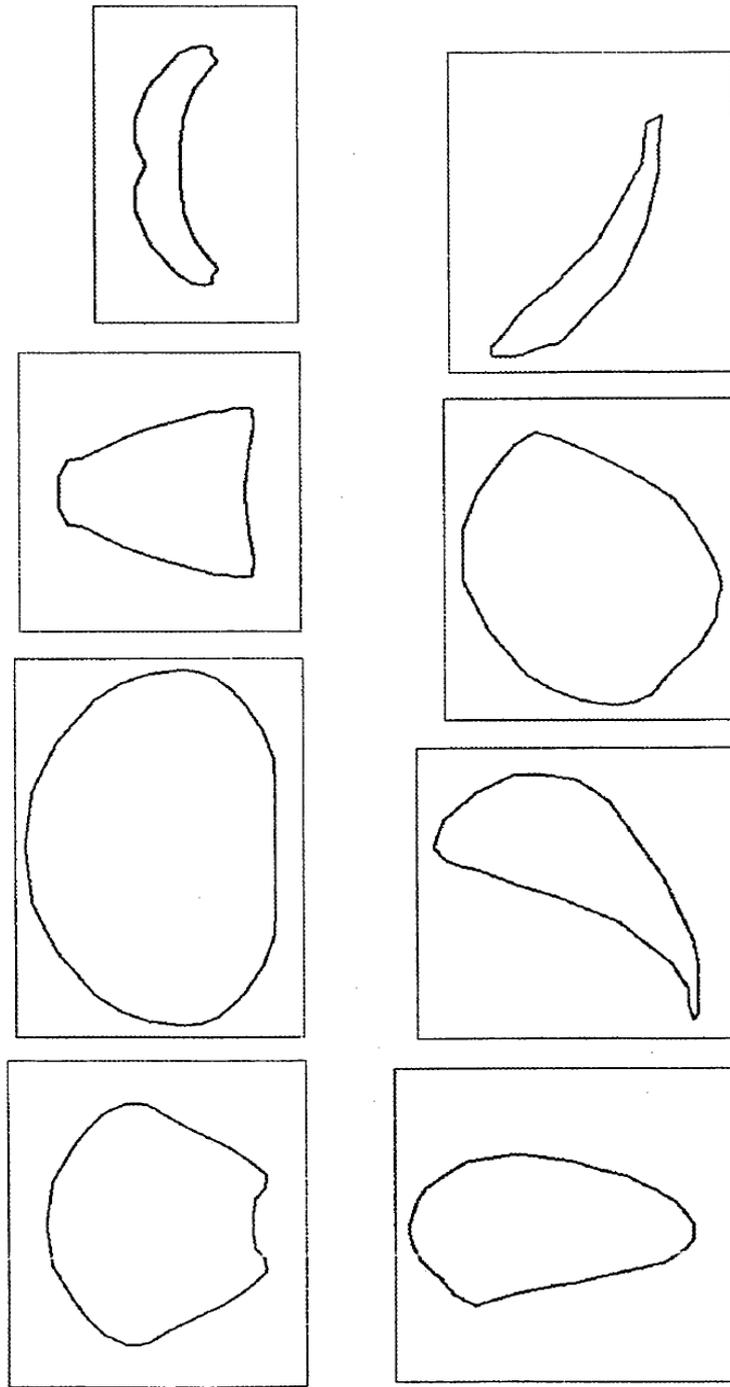


FIG.1

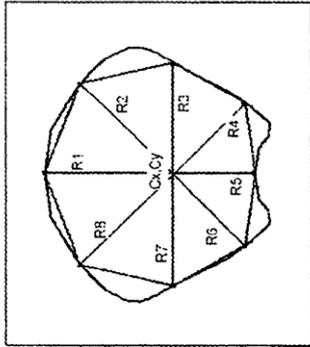


FIG.2

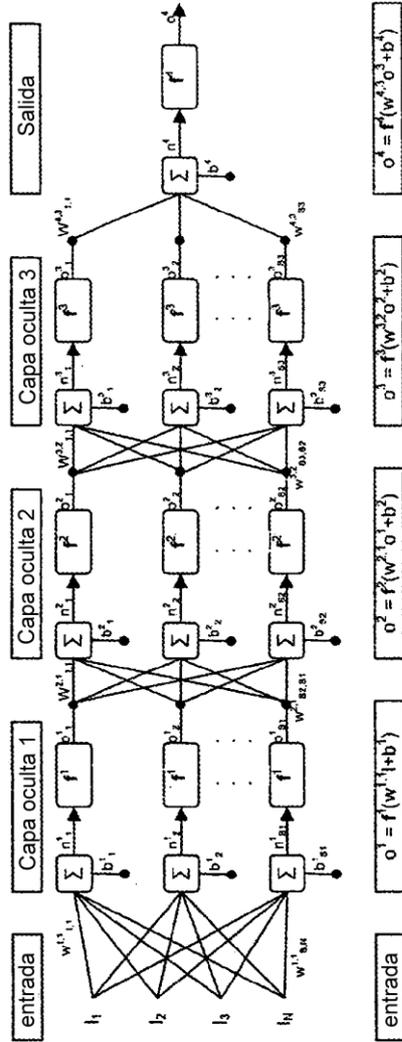


FIG.5

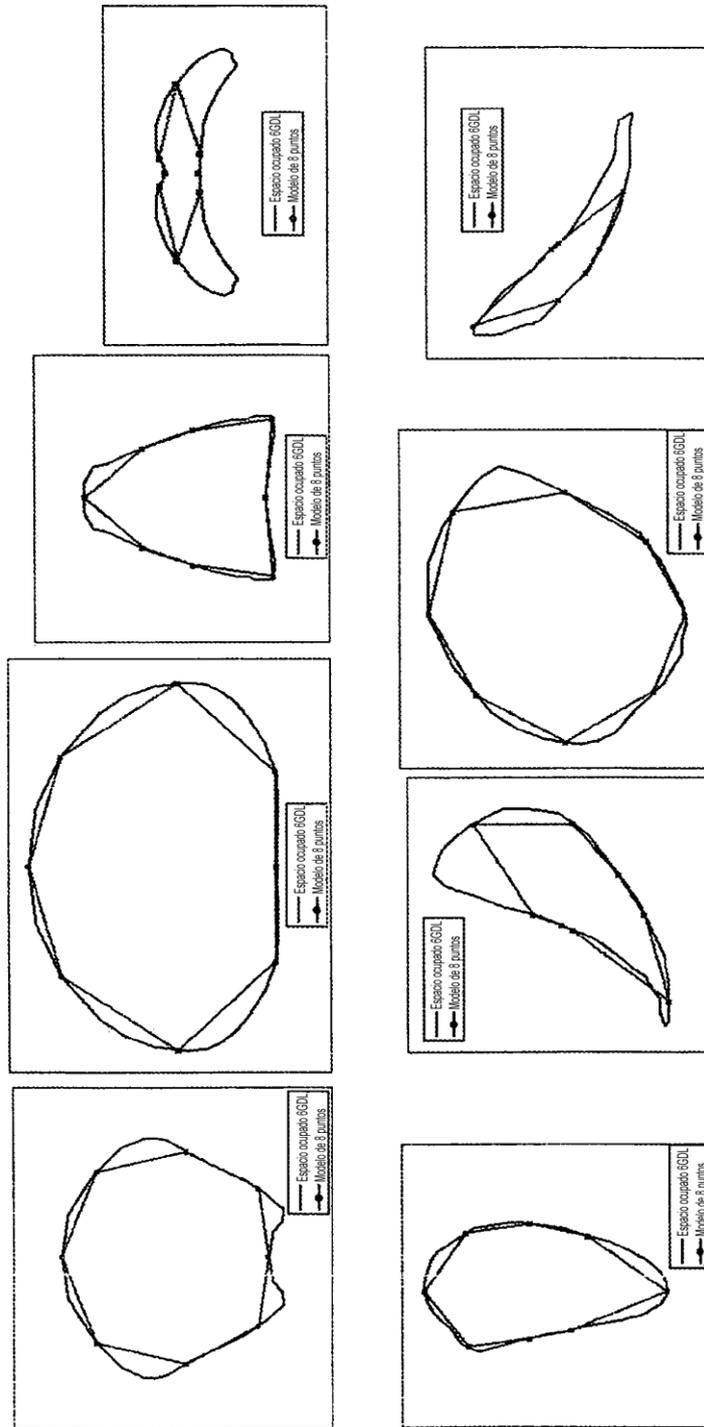


FIG.3

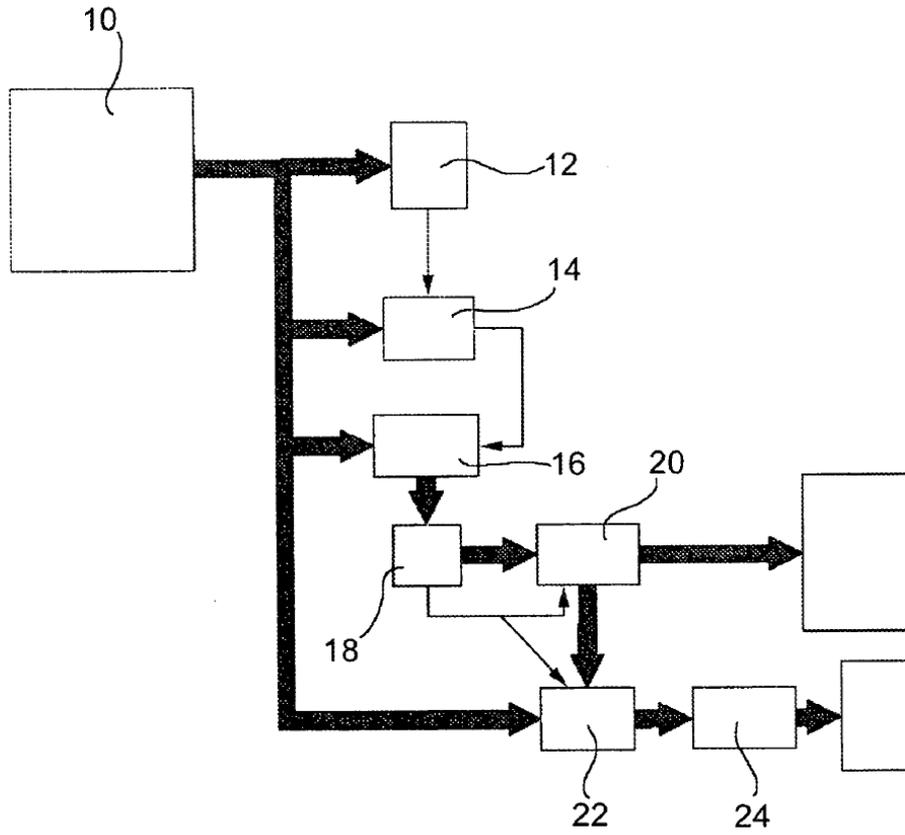


FIG.4

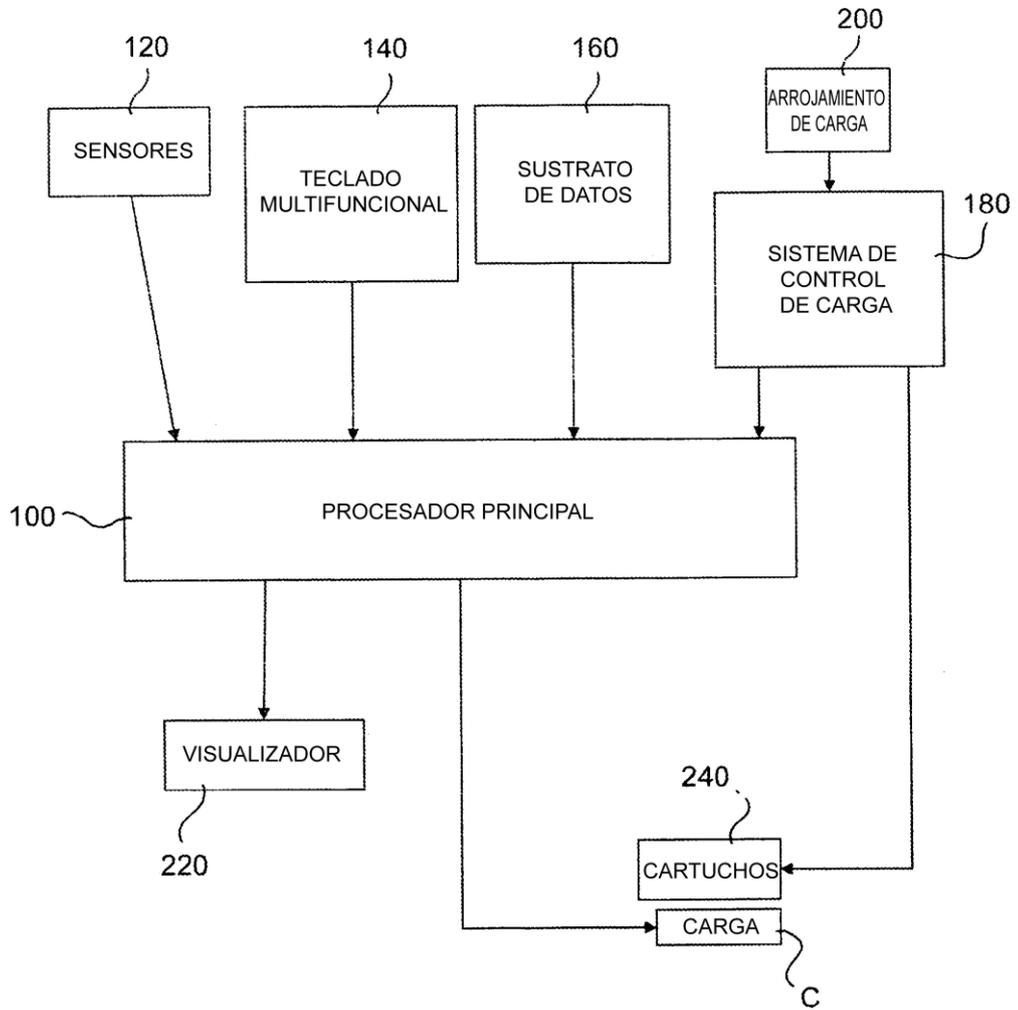


FIG.6

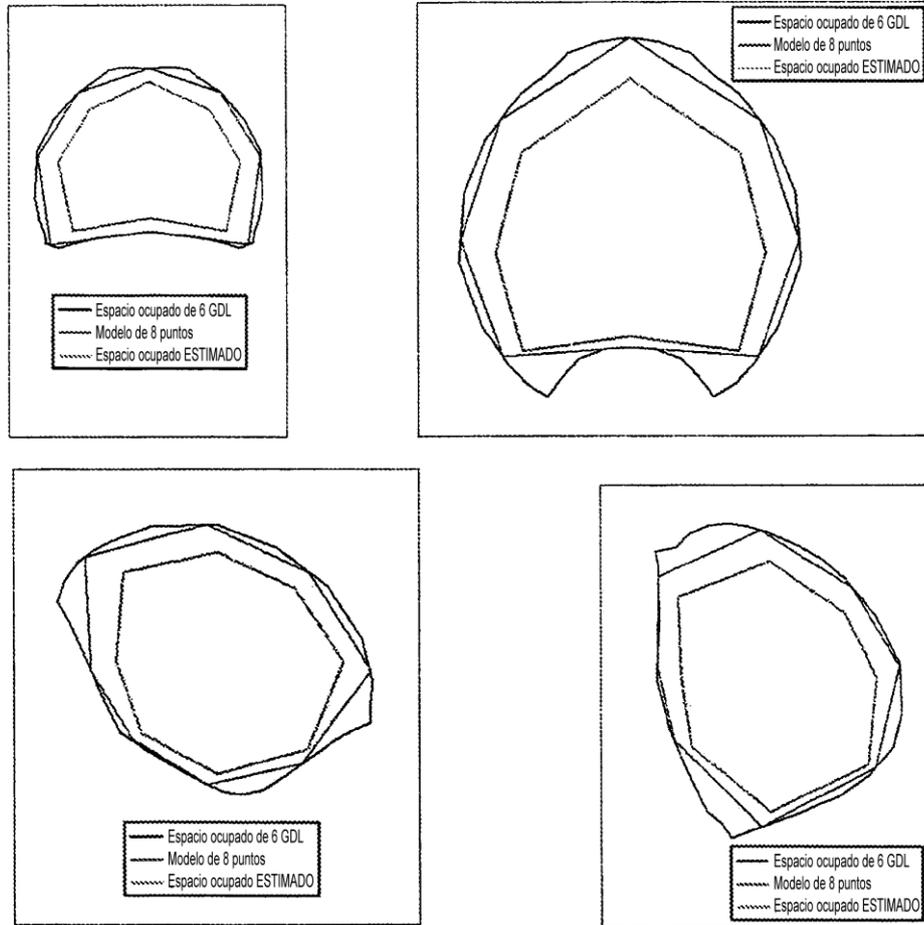


FIG.7