

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 445**

51 Int. Cl.:  
**G01C 23/00** (2006.01)  
**G01S 17/89** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05019389 .5**  
96 Fecha de presentación: **07.09.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1650534**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.04.2006**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE ASISTENCIA AL PILOTO EN ATERRIZAJES DE HELICÓPTEROS EN VUELO VISUAL BAJO CONDICIONES DE BROWN-OUT O WHITE-OUT.**

30 Prioridad:  
**23.10.2004 DE 102004051625**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.02.2012**

73 Titular/es:  
**EADS DEUTSCHLAND GMBH  
WILLY-MESSERSCHMITT-STRASSE  
85521 OTTOBRUNN, DE**

72 Inventor/es:  
**Scherbarth, Stefan, Dr.**

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

**ES 2 373 445 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**

Procedimiento de asistencia al piloto en aterrizajes de helicópteros en vuelo visual bajo condiciones de brown-out o white-out.

5 La invención concierne a un procedimiento de asistencia al piloto en aterrizajes de helicópteros en vuelo visual bajo condiciones de brown-out o white-out.

10 En vuelos de aproximación para aterrizaje de helicópteros sobre un campo de aterrizaje polvoriento o cubierto de nieve se presenta en la fase final una súbita y fuerte restricción de la visibilidad debido al polvo o nieve arremolinados. Este fenómeno, denominado brown-out o white-out, constituye un considerable potencial de riesgo en aterrizajes bajo vuelo visual (VFR). El piloto pierde la orientación sobre su situación de vuelo y altura de vuelo con respecto al suelo; el polvo o nieve arremolinados a su alrededor simulan para él una situación oblicua o una inclinación del helicóptero. Esto conduce una y otra vez a accidentes y representa actualmente la causa individual predominante de todos los accidentes de helicópteros.

15 El artículo "Brown-Out survival - technology or training?" en la revista "Defence Helicopter", Editorial Shepard, páginas 10-12, edición de Febrero/Marzo de 2004, ofrece una instructiva introducción a la problemática del brown-out o white-out y muestra unos primeros enfoques técnicos de solución que se discuten también brevemente en lo que sigue.

20 Según el estado actual de la técnica, el piloto en helicópteros correspondientemente equipados tiene a su disposición los instrumentos para las condiciones de vuelo con instrumentos. Por tanto, al presentarse condiciones de brown-out o white-out se puede aterrizar, según las reglas del vuelo con instrumentos, bajo orientación, por ejemplo, en el horizonte artificial y en el altímetro del radar. Sin embargo, es problemático aquí el hecho de que en la fase crítica poco antes del aterrizaje se tiene que realizar súbitamente una conmutación completa de la orientación con ayuda de la visión exterior natural a la orientación con ayuda de información abstracta de los instrumentos. Esto requiere un entrenamiento permanente de los pilotos para esta situación crítica y, no obstante, conduce una y otra vez a accidentes.

25 Se conocen también propuestas que intentan con una sensórica basada en GPS ofrecer informaciones auxiliares a los pilotos. Se evita así ciertamente el coste de la instrumentación completa para vuelo con instrumentos, pero con ello no se modifica en nada el problema de principio de la conmutación necesaria de una orientación según visión a una orientación según instrumentos.

30 Se ha propuesto también detectar el lugar de aterrizaje con ayuda de radar a través del polvo o la nieve. Esto fracasa con los radares actualmente disponibles y con la resolución demasiado pequeña y también con la distancia de detección mínima. También son considerables los costes y el peso de un radar. El sistema ROSAR propuesto en el documento DE 43 28 573 C2 ha podido atravesar en principio el polvo o la nieve en condiciones de brown-out o white-out y prestar una asistencia al piloto mediante la representación gráfica allí propuesta de los ecos de radar momentáneos. Si embargo, un radar de esta clase representa un esfuerzo considerable en materia de costes y también respecto del peso de tal sistema, de modo que actualmente aún no está disponible ningún sistema ROSAR en el mercado.

40 En el documento WO 02/450048 A1 se describe un procedimiento de navegación y aterrizaje para aviones y helicópteros con el que se genera continuamente para el piloto una visión exterior virtual recurriendo a un banco de datos de terreno presente a bordo y a un banco de datos de obstáculos. El banco de datos de obstáculos se actualiza durante el vuelo mediante un enlace inalámbrico con un estación terrestre. Por tanto, este procedimiento está limitado a lugares de aterrizaje equipados con una infraestructura correspondiente y no resulta así adecuado para resolver el problema de brown-out o white-out que se presenta precisamente en aterrizajes exteriores sobre terreno no preparado.

45 El documento EP 0 911 647 A2 describe un sistema de vuelo que le posibilita también una visión exterior virtual al piloto de una aeronave. Se accede para ello a un banco de datos que, dependiendo de la resolución de los datos almacenados en el mismo, está subdividido en tres memorias, a saber, datos topográficos de espacio amplio, datos topográficos de espacio estrecho y datos de obstáculos, tales como, por ejemplo, posición y altura de líneas eléctricas, edificios altos, etc. El banco de datos es actualizado durante el vuelo por medio de diferentes sensores 3D. En tiempo atmosférico bueno se generan datos de espacio estrecho del entorno y en tiempo atmosférico malo se parte de la consideración de que pueden generarse al menos todavía los datos de obstáculos con los sensores 3D.

Asimismo, el procedimiento según el documento EP 0 911 647 A2 se caracteriza porque la generación de la visión virtual se establece a partir de reducidos datos topográficos abstractos o datos de obstáculos.

La invención se basa en el problema de proporcionar al piloto una asistencia de vuelo fiable para aterrizajes en vuelo

visual bajo condiciones de brown-out o white-out.

Este problema se resuelve con el procedimiento según la reivindicación 1. Ejecuciones ventajosas de la invención son objeto de reivindicaciones subordinadas.

5 Según la invención, se equipa el helicóptero con un sensor 3D de mayor resolución que mira hacia delante y con un sistema de referencia de situación. El sensor 3D presenta una resolución de al menos 0,5° y una tasa de datos > aproximadamente 20000 píxeles/s. El sensor 3D capta continuamente el lugar de aterrizaje durante el vuelo de aproximación al mismo. A partir de los datos 3D acumulados se genera con ayuda de los datos de situación y posición de vuelo del sistema de referencia de situación del helicóptero una visión naturalmente virtual del lugar de aterrizaje, concretamente en una perspectiva que corresponde a la situación y posición actuales del helicóptero.  
10 Esta visión exterior virtual es puesta a disposición del piloto por medio de un dispositivo de visualización (pantalla, display de cabeza alta, etc.).

15 Por medio de una rutina de control se asegura, además, que los datos 3D que se hayan generado durante una condición de brown-out o white-out no entren en el cálculo de la visión exterior virtual. Una primera realización posible para ello consiste en analizar los datos entrantes para detectar así directamente una condición de brown-out o white-out.

20 Los sensores 3D actuales de mayor resolución son adecuados solamente como sensores VFR, es decir que no están en condiciones de, al presentarse brown-out o white-out, atravesar este último. Por tanto, en el momento del brown-out o white-out se reconoce este con ayuda de los datos de los sensores mediante una evaluación gráfica realizada automáticamente con ayuda de la reproducción 3D de la nube de polvo. Durante el brown-out se sigue poniendo entonces a disposición del piloto la visión virtual a base de los datos 3D obtenidos delante del brown-out o white-out, adaptándose también continuamente la perspectiva con ayuda de los datos de referencia de situación a la posición y situación actuales del helicóptero.

25 Para asegurar que los datos 3D generados durante una condición de brown-out o white-out no entren en el cálculo de la visión exterior virtual, se puede prever también, alternativamente a la detección directa anteriormente descrita de una condición de brown-out o white-out, que se empleen solamente aquellos datos 3D que se hayan generado durante el vuelo de aproximación por encima de una altura de vuelo mínima prefijada determinada. Esta altura de vuelo mínima se elige de modo que por encima de esta altura de vuelo mínima pueda seguirse excluyendo con seguridad una condición de brown-out o white-out. Un valor típico es aquí aproximadamente 10-15 m. La medición de altura puede realizarse especialmente con un altímetro de radar. Por debajo de la altura de vuelo mínima se le sigue proporcionando al piloto la visión exterior visual en base a los datos 3D obtenidos por encima de la altura de vuelo mínima, adaptándose también continuamente la perspectiva con ayuda de los datos de referencia de situación a la posición y situación actuales del helicóptero.  
30

La visión exterior virtual deberá adaptarse con la mayor rapidez posible a los movimientos de vuelo del helicóptero. Es aquí suficiente una frecuencia de repetición de al menos 20 Hz.

35 Por tanto, el piloto tiene a su disposición durante toda la fase de aterrizaje una visión exterior virtual de alta resolución que actúa como si fuera natural. Dado que los datos de la sensorica 3D se acumulan durante el vuelo de aproximación y se captan con ellos una y otra vez, en base al movimiento de vuelo, otros puntos del espacio, se puede conseguir una resolución en calidad de vídeo. Así, un vuelo de aproximación durante 10 s con una tasa de datos de más de 20000 píxeles/s da como resultado más de 200000 píxeles. Dado que la perspectiva corresponde en todo momento a la posición y situación actuales del helicóptero, el piloto puede estimar en todo momento con ayuda de esta visión virtual la situación del helicóptero con relación al lugar de aterrizaje. Al presentarse la condición de brown-out o white-out el piloto puede terminar su aterrizaje con ayuda de esta visión virtual sin una conmutación crítica. Dado que el brown-out o white-out se presenta únicamente a alrededor de 3-5 m por encima del suelo, es suficiente la generación de la visión virtual a partir de datos tomados antes de la aparición de estas restricciones de la visibilidad, puesto que en general no cabe esperar que dentro de estos aproximadamente 3 últimos segundos surjan aún obstáculos en el sitio de aterrizaje. Por tanto, no es necesaria una sensorica de alta resolución - no disponible en la actualidad - que atravesase el polvo o la nieve.  
40  
45

50 Como sensor 3D se utiliza un sensor formador de imágenes de distancia, especialmente un radar de láser formador de imagen, tal como el que se ha descrito, por ejemplo, en el documento DE 39 42 770 C2 o en el documento DE 43 20 485 A1. Como sensor 3D puede utilizarse, por ejemplo, el radar de láser de helicóptero HELLAS de EADS Deutschland Gmb H, Ottobrunn, que proporciona 40000 píxeles/s con un alcance de hasta 1 km, el cual es con mucho suficiente para esta aplicación.

Sin embargo, la generación de los datos 3D puede efectuarse también alternativamente de otra manera en sí conocida. Por ejemplo, se puede emplear para ello una cámara estéreo.

55 Para el sistema de referencia de situación necesario están disponibles un gran número de aparatos adecuados en el mercado. Como ejemplo cabe citar el sistema de navegación inercial AH2100 de la firma Honeywell. En una

realización especialmente ventajosa el sistema de referencia de situación, aparte de emplear otros datos de sensórica, emplea también los datos 3D del sensor 3D para calcular los datos de situación y posición.

5 La conversión necesaria de los datos 3D en una representación rendida en forma fotorrealista a partir de la perspectiva del piloto del helicóptero es posible sin problemas y a bajo coste con procedimientos estándar de la moderna técnica de visualización 3D. Como interfaz 3D para rendir un gráfico 3D pueden utilizarse especialmente los estándares de OpenGL y DirectX.

Para conseguir una representación lo más realista posible de la escena rendida se pueden adoptar ventajosamente las medidas siguientes:

- 10 - Mediante una videocámara en color se registran, además de los datos 3D, la distribución de color y valores de gris del lugar de aterrizaje. Por tanto, resulta posible generar la visión exterior virtual en aproximación al color real y a la distribución real de valores de gris del lugar de aterrizaje.
- Para favorecer la percepción de la escena se puede simular en la escena rendida una iluminación solar con proyección de sombras de conformidad con la altura del sol conocida por la posición y la hora.
- 15 Sobre la base de sensores disponibles a bajo coste y con un peso favorable se materializa en conjunto con la invención una asistencia fiable al piloto para aterrizajes VFR en condiciones de brown-out o white-out.

La constitución de principio del sistema aparece ilustrada en la figura 1.

La figura 1 muestra esquemáticamente los componentes esenciales de una realización del sistema según la invención para la ayuda de aterrizaje de un helicóptero.

20 El sensor 3D 1 está instalado en el helicóptero mirando hacia delante de modo que durante el vuelo de aproximación para aterrizaje esté a la vista el campo de aterrizaje previsto para realizar el aterrizaje. El sensor 3D suministra sus datos al procesador de imagen 2, el cual recibe continuamente del sistema de referencia de situación 3 la posición y la situación del helicóptero. A partir de los datos del sensor 3D acumulados durante varios segundos y en combinación con los datos de posición y situación se genera primero por parte del procesador de imagen una representación 3D altamente resuelta del lugar de aterrizaje. El procesador de imagen 2 genera continuamente

25 después a partir de ésta la visión virtual desde la perspectiva del piloto, la cual se representa sobre el display 4, que es un display multifunción estándar o un display de cabeza alta. El procesador de imagen 2 está en condiciones de reconocer con ayuda de los datos 3D, sin mayor coste de evaluación, las condiciones de brown-out o white-out que se presenten. Los datos 3D generados en condiciones de brown-out o white-out no son empleados para la generación de la visión virtual del lugar de aterrizaje.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de asistencia al piloto en aterrizajes de helicópteros en vuelo visual bajo condiciones de brown-out o white-out, **caracterizado** porque se generan durante el vuelo de aproximación para el aterrizaje datos 3D del lugar de aterrizaje previsto por medio de un sensor 3D situado a bordo del helicóptero, con una resolución de al menos 0,5° y una tasa de datos superior a 20000 píxeles/s, se acumulan estos datos con ayuda de los datos de posición y situación del helicóptero para obtener una representación 3D del lugar de aterrizaje, y se establece continuamente a partir de esta representación 3D en la perspectiva correspondiente a la posición y situación actuales del helicóptero una visión exterior virtual que se le presenta al piloto, estando presente una rutina de control con la que se asegura que los datos 3D del lugar de aterrizaje previsto, que se han generado en condiciones de brown-out o white-out, sean tenidos en cuenta para la acumulación de la representación 3D.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la rutina de control está concebida de tal manera que se analicen datos 3D entrantes para reconocer una condición de brown-out o una condición de white-out, en donde los datos 3D que se generan a partir del momento del reconocimiento de una condición de brown-out o una condición de white-out no se tienen en cuenta para la acumulación de la representación 3D.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la rutina de control está concebida de tal manera que se mida continuamente la altura del helicóptero sobre el suelo, y porque los datos 3D que se generan por debajo de una altura mínima prefijada no se tienen en cuenta para la acumulación de la representación 3D.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el sistema de referencia de situación emplea también los datos 3D generados para calcular los datos de situación y posición.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la visión exterior virtual se rinde en forma fotorrealista.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** porque durante el vuelo de aproximación se registra por una videocámara en color la distribución de color y de valores de gris del lugar de aterrizaje y se genera la visión exterior virtual en aproximación al color real y a la distribución real de valores de gris.
7. Procedimiento según la reivindicación 5 ó 6, **caracterizado** porque, para contribuir la percepción de la escena, se simula en la escena rendida una iluminación solar con proyección de sombras de conformidad con la altura del sol conocida por la posición y la hora.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque, para generar los datos 3D, se utiliza un sensor 3D con una resolución de al menos 0,5° y una tasa de datos de más 20000 píxeles/s.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la visión exterior virtual se representa sobre un display de pantalla o un display de cabeza alta.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque los datos 3D se acumulan durante un período de tiempo de más de 1 segundo para generar una representación 3D del lugar de aterrizaje.
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la visión exterior virtual se genera con una frecuencia de repetición de al menos 20 Hz.

Fig.

