

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 050**

51 Int. Cl.:

G08G 5/00 (2006.01)

G10L 15/22 (2006.01)

G10L 15/183 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.07.2012 PCT/EP2012/064186**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.01.2013 WO13011090**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2012 E 12746043 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2017 EP 2734998**

54 Título: **Sistema de asistencia**

30 Prioridad:

19.07.2011 DE 102011107934
06.03.2012 US 201261607167 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.10.2017

73 Titular/es:

**DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND
RAUMFAHRT E. V. (50.0%)**
Linder Höhe
51147 Köln, DE y
UNIVERSITÄT DES SAARLANDES (50.0%)

72 Inventor/es:

RATAJ, JUERGEN;
FAUBEL, FRIEDRICH;
HELMKE, HARTMUT y
KLAKOW, DIETRICH

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 639 050 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).

SISTEMA DE ASISTENCIA

DESCRIPCIÓN

- 5 La invención se refiere a un sistema de apoyo al controlador aéreo para apoyar a un controlador aéreo en tareas de planificación y/o conducción que dependen de la situación de un trayecto regulado, para conducir una aeronave por parte de un controlador aéreo. La invención se refiere igualmente a un procedimiento para ello.
- 10 Debido al grado de automatización continuamente creciente en casi todos los ámbitos de la vida, se utilizan cada vez más sistemas de asistencia, que apoyan por completo o sólo en áreas parciales las tareas de planificación y/o conducción o que incluso deben asumirlas por completo, para descargar a las personas encargadas de las tareas de planificación y/o conducción y aumentar la seguridad.
- 15 En la mayoría de los casos los sistemas de asistencia están realizados tal que se captan uno o varios estados relativos al trayecto regulado mediante la detección de características del trayecto regulado, como por ejemplo parámetros del trayecto regulado, valores de medida, objetos y/o particularidades del entorno. Para ello están conectados los sistemas de asistencia con una serie de sistemas de sensor o bancos de datos, de los cuales pueden tomarse las informaciones necesarias para captar el estado. De esta manera puede generar el sistema de asistencia un conocimiento de la situación por máquina, para a partir de ello poder derivar las correspondientes medidas de apoyo para las personas afectadas, por ejemplo a base de estrategias y objetivos o bien para poder realizar una regulación totalmente automatizada.
- 20 Con cierta frecuencia sucede en tales circuitos de regulación que las personas encargadas de la tarea de planificación y/o conducción deben dar instrucciones de actuación que repercuten en el tramo regulado sólo tras una demora en el tiempo, con lo que los sistemas de asistencia conectados a continuación, que con ayuda de un sistema sensorico conectado a los mismos intentan captar el estado actual del tramo regulado, detectan una tal variación igualmente tras una demora en el tiempo. Pero en el tiempo intermedio emiten los sistemas de asistencia recomendaciones de acción a las personas basadas en informaciones antiguas sobre el estado del tramo regulado, lo que fomenta el rechazo de un tal sistema de asistencia. Si los sistemas de asistencia deben asumir, al menos parcialmente, tareas de actuación autónomamente, esto puede traer graves consecuencias cuando no se detecte y tenga en cuenta a tiempo una modificación de la situación. En particular en tramos regulados en los que deben intervenir adicionalmente personas desde fuera, existe al respecto un peligro especial.
- 35

Estado de la técnica

- 40 Por el documento DE 10 2009 034 069 A1 se conoce un equipo de operación para un vehículo automotor que presenta una pantalla o display para representar informaciones que pueden variar. Con ayuda de una unidad de detección de la dirección de la visión, puede determinarse la dirección de la visión del conductor del vehículo automotor, pudiendo operar sobre el equipo de operación con ayuda de órdenes acústicas, cuando la dirección de la visión del conductor del vehículo automotor está dirigida hacia el display.
- 45 En el documento KIRK DUNKELBERGER "Real time speech gisting for ATC applications" (discurso en tiempo real para aplicaciones ATC), PROCEEDINGS OF SPIE (actas de SPIE), vol. 2464, 12 junio 1995, páginas 149 - 157, XP055050935, ISSN: 0277-786X se da a conocer un sistema de reconocimiento de voz en el que debe analizarse en particular la comunicación por voz entre piloto y controlador y reconocerse las correspondientes órdenes de voz. Entonces, para apoyar el reconocimiento de voz, se tiene a la vez en cuenta la situación existente, para poder mejorar así el reconocimiento con referencia a la situación.
- 50 Por el documento US 5,652,897 se conoce igualmente un sistema de reconocimiento de voz en el que se capta separadamente la comunicación por voz y se capta correspondientemente la voz con ayuda de un "speech recognizer" (reconocedor de voz) y de "language understanding modules" (módulos de comprensión del habla). El habla así entendida se pone entonces a disposición de un "expert system" (sistema experto), con lo que las informaciones que proceden del habla pueden incorporarse a las informaciones relativas a los datos del sensor.
- 55 Por el documento de Reiner Onken "Functional Development and field test of CASSY – a knowledge-based cockpit assistant system", AGARD-LS-200 – Knowledge-Based Functions in Aerospace Systems ("Desarrollo funcional y pruebas de campo de CASSY- un sistema de asistente de cabina basado en el conocimiento", AGARD-LS-200 – Funciones basadas en el conocimiento en sistemas aeroespaciales), 1 noviembre 1995, página 4-1-4-22, se conoce la introducción de órdenes de control de un sistema de asistencia de aeronaves con ayuda de órdenes de voz, fijándose aquí el contexto del reconocimiento de voz en base a la situación de vuelo.
- 60
- 65

Objetivo

El objetivo de la presente invención es lograr un sistema de asistencia mejorado para el apoyo en tareas de planificación y/o conducción que dependan de la situación relativas a un trayecto regulado, que pueda reaccionar rápidamente a estados o situaciones que varían en el trayecto regulado, sin cargar adicionalmente al personal de servicio.

Solución

El objetivo se logra con el sistema de apoyo al controlador aéreo de acuerdo con la reivindicación 1, así como con el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8. Se trata de una unidad de registro acústico, configurada para registrar señales acústicas de voz de una comunicación por voz entre al menos dos personas y una unidad de procesamiento de la voz, prevista y equipada para identificar informaciones de voz relativas al trayecto regulado de entre las señales acústicas de voz registradas, estando equipada la unidad de captación del estado para adaptar el estado detectado y/o un estado pronosticado para el trayecto regulado que puede deducirse del estado actual en función de las informaciones de voz identificadas y estando prevista una unidad de hipótesis de voz, configurada para determinar hipótesis de voz relativas a informaciones de voz a esperar en el futuro en función del estado captado y/o de un estado pronosticado que puede deducirse del estado actual, estando equipada la unidad de procesamiento de la voz para identificar informaciones de voz relativas al trayecto regulado a partir de las señales acústicas de voz registradas teniendo en cuenta las hipótesis de voz determinadas.

La idea básica de la presente invención es que el sistema de apoyo al controlador aéreo, con ayuda de una unidad de registro acústico, registre señales acústicas de voz de una comunicación por voz entre dos personas, en particular entre personas que pueden actuar sobre el trayecto regulado y utilice las mismas con ayuda de una unidad de procesamiento de voz, que utiliza hipótesis de voz y las compare con las hipótesis desarrolladas por sí misma. Entonces pueden identificarse las correspondientes informaciones de voz relativas al trayecto regulado de entre las señales acústicas de voz registradas, con lo que el estado captado y/o un estado pronosticado que puede deducirse del estado actual del trayecto regulado, en particular mediante planificación, pueda adaptarse en función de las informaciones de voz identificadas. La comparación de las hipótesis de situación futura desarrolladas por la máquina con las instrucciones de actuación identificadas mediante reconocimiento de voz para la futura situación, puede utilizarse para adaptar las estrategias y los objetivos en el sistema de asistencia a los del operador.

Así puede reaccionar el sistema de apoyo al controlador aéreo con bastante más rapidez a situaciones o estados que varían, sin incurrir en el peligro de acabar en el estado "Out-of-the-Loop" (fuera del bucle). El sistema de apoyo al controlador puede así por ejemplo reaccionar mejor a futuros estados que varían, a base de instrucciones de un operador, sin modificaciones físicas en ese instante, incluso cuando tras una instrucción del controlador aéreo aún no haya sucedido nada en el mundo real. Así se realiza una medida de anticipación de lo que está prescrito físicamente sin que se hayan iniciado los correspondientes procesos.

La captación de al menos un estado del trayecto regulado mediante la unidad de captación del estado, puede realizarse mediante un primer sistema sensor que está conectado con la unidad de captación del estado, tal como los que pueden utilizarse en general para la vigilancia de trayectos regulados, como por ejemplo sensores de radar, unidades de localización, sensores de temperatura, etc. A partir de los datos captados por el sistema sensor, puede captarse entonces el estado actual del trayecto regulado. Con el conocimiento del estado actual del trayecto regulado, dado el caso junto con el conocimiento de los objetivos a alcanzar, puede deducirse además también un estado pronosticado para el futuro, que indique un pronóstico para la evolución de los estados del trayecto regulado. De esta manera puede deducirse cómo evolucionará un estado en el futuro.

Ello es así ya que mediante la escucha en la comunicación por voz entre personas que están implicadas en el proceso de trabajo del trayecto regulado, pueden detectarse tempranamente variaciones de estado originadas en el trayecto regulado, con lo que tanto el estado captado como el estado que es de esperar pueden adaptarse correspondientemente pronto. Las recomendaciones de actuación deducidas del sistema de apoyo al controlador aéreo relativas al trayecto regulado son, debido a la adaptación temprana del estado y/o de un estado pronosticado, bastante más exactas y bastante más de acuerdo con la situación, con lo que mejora considerablemente la calidad del apoyo de tales sistemas de apoyo al controlador aéreo. La situación del trayecto regulado se refiere así a un estado esperado en el futuro.

Para seguir incrementando la tasa de reconocimiento correspondiente al reconocimiento de voz, se determinan mediante una unidad de hipótesis de voz, en función del estado captado o pronosticado para el trayecto regulado, hipótesis de voz sobre informaciones de voz que son de esperar en el futuro. Mediante la determinación de hipótesis relativas a informaciones de voz futuras, puede realizarse entonces la identificación de informaciones de voz en función de estas hipótesis. El contexto de voz deducido del estado captado o pronosticado puede así ampliarse en hipótesis sobre informaciones de voz o contextos de voz futuros, lo cual repercute muy positivamente sobre la tasa de reconocimiento.

Al respecto no significan las señales acústicas de voz ninguna instrucción directa en forma de una operación de los aparatos para el sistema de apoyo al controlador aéreo, sino que son parte de una comunicación de voz entre dos personas. Mediante la escucha silenciosa del sistema de apoyo al controlador aéreo durante la comunicación por voz, no es necesario que las personas afectadas preparen el sistema de apoyo al controlador aéreo para una entrada por voz. De esta manera se logra una clara descarga de las personas en la tarea de planificación y/o conducción. La unidad de registro acústico, junto con la unidad de procesamiento de la voz, constituyen así otro segundo sistema sensor para la captación o pronóstico del estado del trayecto regulado. La invención se caracteriza así porque la unidad de captación acústica y la unidad de procesamiento de la voz están previstas como un segundo sistema sensor.

Es muy especialmente ventajoso al respecto que adicionalmente a las hipótesis de voz determinadas se les asocian probabilidades de ocurrencia, que pronostican que se produzca esta hipótesis con una cierta probabilidad. Las hipótesis representan entonces una posibilidad, partiendo del estado actual o pronosticado, de que se presenten determinadas informaciones de voz, que podrían darse con una cierta probabilidad para la situación captada.

Mediante las hipótesis de voz y las probabilidades de ocurrencia asociadas a las hipótesis de voz, puede aumentar entonces significativamente la precisión del reconocimiento de voz, ya que ahora, en cuanto al contexto de la situación captada, puede orientarse el reconocimiento de voz a la parte esencial.

Ventajosamente se realiza la identificación de las informaciones de voz mediante la unidad de procesamiento de la voz a partir de las señales acústicas de voz captadas en dependencia de un contexto, que puede determinarse a partir del estado captado o pronosticado. Puesto que el sistema de apoyo al controlador aéreo aporta el contexto para la identificación de informaciones de voz, puede aumentarse así significativamente la tasa de identificación en el reconocimiento de voz, en particular cuando se utiliza un reconocimiento de voz basado en el contexto. El contexto del estado captado puede entonces deducirse a partir de las hipótesis del sistema de apoyo al controlador aéreo utilizando el conocimiento de la situación existente sobre el trayecto regulado, aprovechando los datos de sensor y bancos de datos.

En una forma de realización ventajosa, está equipado el sistema de apoyo al controlador aéreo tal que la unidad de registro está equipada para recibir señales eléctricas de un enlace eléctrico de comunicación por voz y para registrar las señales acústicas de voz a partir de las señales eléctricas recibidas. Esto es especialmente ventajoso cuando la comunicación entre las personas se realiza a través de una conexión eléctrica de comunicación por voz, por ejemplo por radio o a través de una red telefónica.

Además presenta el sistema de apoyo al controlador aéreo, en otra variante ventajosa, una unidad de salida, equipada para emitir instrucciones de apoyo generadas para apoyar la tarea de planificación y/o conducción del trayecto regulado en función de la situación, pudiendo derivarse las instrucciones de apoyo a partir del estado captado o pronosticado. Una tal unidad de salida puede ser por ejemplo una pantalla o display, sobre la que se representan instrucciones de actuación para una persona. La unidad de salida puede no obstante estar conectada también con un equipo de control, para acceder directamente a magnitudes de ajuste del trayecto regulado y de esta manera poder actuar autónomamente, al menos en parte, sobre el trayecto regulado, con lo que resulta posible un funcionamiento al menos parcialmente automático.

En otra forma de realización ventajosa, determina el sistema de apoyo al controlador aéreo opciones de actuación para apoyar la tarea de planificación y/o conducción que depende de la situación para el trayecto regulado, por ejemplo en forma de instrucciones de apoyo. Estas opciones de actuación se determinan en base al estado captado y/o al estado pronosticado que puede deducirse a partir del estado actual para el trayecto regulado y prescriben así posibles opciones de actuación para actuar sobre el trayecto regulado. Entonces conducen las opciones de actuación a diversos estados pronosticados e interactúan así una con otra. A partir de estas opciones de actuación pueden determinarse entonces, con ayuda de la unidad de hipótesis de voz, hipótesis de voz relativas a futuras informaciones de voz que son de esperar, con lo que mejora el reconocimiento de voz con cuya ayuda han de determinarse informaciones de voz para adaptar el estado captado o pronosticado, ya que ahora opciones de actuación determinadas a partir del estado se convierten en la base de hipótesis de voz. Entonces puede incrementarse el reconocimiento de voz desde una tasa de reconocimiento previa del 75% hasta un 95%.

Al respecto es ahora muy especialmente ventajoso que adicionalmente se determinen las opciones de actuación a partir de las informaciones de voz ya reconocidas, con lo que sólo se necesita considerar las opciones de actuación que son probables con referencia a las informaciones de voz, ya que mediante las informaciones de voz conocidas se adapta el estado relativo al trayecto regulado, con lo que opciones de actuación que son claramente improbables o que ya no tienen ningún sentido, no se consideran.

De esta manera es posible que no sólo mejore el reconocimiento de voz, sino también la aceptación de tales sistemas de asistencia, ya que las opciones de actuación proporcionadas están adaptadas con bastante más precisión al estado del trayecto regulado.

Esta es una forma de proceder con preferencia interactiva, en la que se generan diversas hipótesis sobre una situación futura. Mediante el reconocimiento de voz conoce el sistema qué hipótesis ejecutará el operador aéreo. A continuación puede confeccionar el sistema planificaciones mejoradas para el futuro.

5

La invención se describirá más en detalle a modo de ejemplo en base a los dibujos adjuntos. Se muestra en:

10 figura 1 representación esquemática del sistema de asistencia de acuerdo con la invención;
 figura 2 representación esquemática de una cadena de regulación en el apoyo al controlador aéreo.

15 La figura 1 muestra esquemáticamente el sistema de asistencia 1 de acuerdo con la invención, que puede aplicarse para apoyar tareas de planificación y/o conducción en un trayecto regulado 2. Un trayecto regulado 2 puede ser por ejemplo la pista de aterrizaje de aeronaves en un aeropuerto, que por lo general vigilan y regulan controladores aéreos.

20 El sistema de asistencia 1 presenta una unidad de captación del estado 3, que con ayuda de sensores 4a, 4b, capta datos sobre el trayecto regulado 2 y a partir de ellos determina un estado actual 5 del trayecto regulado. A partir de este estado actual 5 del trayecto regulado 2, puede deducirse, mediante objetivos prescritos mediante los componentes de planificación del sistema de asistencia, un estado pronosticado 5a, que tiene en cuenta una evolución futura del estado 5 del trayecto regulado 2.

25 Tanto el estado actual 5 como también un estado posible deducido y pronosticado 5a, sirven en una unidad de determinación del contexto 6 como fundamento para determinar un contexto de voz, que está previsto como entrada en el reconocedor de voz o bien la unidad de procesamiento de la voz 7. Ello es así puesto que, en base al conocimiento del estado actual 5 o bien de un estado pronosticado 5a, que puede deducirse en definitiva a partir de los datos de sensor del trayecto regulado 2, así como de la planificación de actuación del sistema de asistencia (unidad de hipótesis), dispone la unidad de captación del estado así en definitiva también del contexto que debe servir al reconocedor de voz 7 como fundamento para el reconocimiento de voz. De esta manera puede aumentarse considerablemente la precisión del reconocimiento.

35 Además puede estar prevista adicionalmente una unidad de hipótesis de voz 8, que a partir del estado actual 5 o del estado pronosticado 5a puede determinar hipótesis de voz relativas a informaciones de voz que eventualmente se presentarán en el futuro. La unidad de hipótesis de voz 8 puede ser entonces parte integrante de la unidad de captación del estado 3 o de la unidad de procesamiento de la voz 7. El contexto de voz determinado por la unidad de determinación del contexto 6 puede así ampliarse en las hipótesis de voz de la unidad de hipótesis 8.

40 Tanto el contexto de voz determinado por la unidad de determinación del contexto 6 como también las hipótesis de voz, se transmiten e introducen a través de una entrada de la unidad de procesamiento de la voz 7 en la misma. Además está conectado el sistema de asistencia 1 con una unidad de registro acústico 9, que igualmente está conectada mediante técnicas de señales con una entrada de la unidad de procesamiento de la voz 7. La unidad de registro acústico 9 está entonces equipada tal que la misma capta señales acústicas de voz en una comunicación por voz entre al menos dos personas (no representada), con lo que la unidad de registro acústico 9 significa otro sensor o bien otro sistema sensorío para captar el estado del trayecto regulado 2. La unidad de registro acústico 9 puede entonces ser en el caso más sencillo un micrófono, que escucha la comunicación entre dos o más personas. La unidad de registro acústico 9 puede no obstante ser también un equipo eléctrico, con el que pueden tomarse señales de voz a partir de una señal eléctrica, tal como la que existe por ejemplo en un enlace por radio o un enlace telefónico. Así pueden escucharse también comunicaciones entre personas que comunican entre sí a través de un equipo de telefonía.

55 Las señales de voz registradas por la unidad de registro acústico 9 se analizan a continuación mediante la unidad de procesamiento de la voz 7 teniendo en cuenta el contexto de voz determinado 7 y las hipótesis de voz determinadas y se identifican las informaciones de voz 10 contenidas en las señales acústicas. Puesto que el contexto para el reconocimiento de voz puede deducirse directa o indirectamente a partir del trayecto regulado, de la planificación (unidad de hipótesis) y de los estados captados 5, 5a, puede incrementarse sensiblemente el reconocimiento de voz de las señales acústicas de voz captadas. En este reconocimiento de voz basado en el contexto se tiene en cuenta para el reconocimiento de voz no sólo la señal de voz actual, sino también el contexto que proviene de una fuente externa. Esto es ciertamente costoso, pero también más potente, ya que debido a ello se reduce el ámbito de búsqueda, bien basado en la regulación o bien probabilísticamente. Puesto que el estado captado incluye una pluralidad de datos y parámetros sobre el trayecto regulado 2, puede deducirse aquí el contexto necesario para el reconocimiento de la voz.

65 Así se determina ventajosamente sólo una pequeña parte del contexto mediante el propio reconocedor de voz, mientras que la parte esencial de la información de contexto se determina mediante una unidad de captación del estado a partir del estado y de los estados pronosticados, es decir, las hipótesis sobre las

situaciones futuras. El contexto general se deduce así a partir del estado del sistema y del diálogo entre dos interlocutores de comunicación. Esta determinación redundante del contexto de voz posibilita al reconocedor de voz desechar tempranamente hipótesis falsas de reconocimiento, que son inconsistentes con la información del contexto y con ello evitar reconocimientos incorrectos, con lo que en definitiva aumenta considerablemente la potencia de reconocimiento.

El contexto completo se determina así por un lado mediante un primer sistema de sensor y planificación, que capta y pronostica el estado del sistema del trayecto regulado y mediante un segundo sistema de sensor, que capta la comunicación de voz de dos interlocutores de comunicación, lo cual mejora considerablemente el propio reconocimiento de voz.

Las informaciones de voz así identificadas se transmiten a continuación de nuevo de retorno a la unidad de captación del estado 3, adaptándose en función de las informaciones de voz identificadas 10 el estado actual 5 o el estado pronosticado 5a en función de estas informaciones de voz 10, ya que si se ha detectado por ejemplo en base a las conversaciones entre las personas que deben realizarse modificaciones dentro del trayecto regulado, con lo que se modifica el estado, no pudiendo aún captarse esta modificación del estado mediante el sistema sensorico 4a, 4b, entonces puede adaptarse ya el estado actual 5 o el estado pronosticado para el futuro 5a en base a la conversación, con lo que el sistema de asistencia tiene informaciones bastante más exactas sobre el trayecto regulado 2 y con ello las correspondientes recomendaciones de actuación, que pueden emitirse en una unidad de salida 11, son bastante más exactas.

Así puede realizarse la adaptación de los estados 5, 5a mediante la unidad de captación del estado 3 a modo de ejemplo tal que se modifican determinados parámetros y/o datos que describen el estado del tramo regulado 2, con lo que para la unidad de captación del estado 3 resulta un estado modificado 5 y/o 5a, que no tiene que ser forzosamente consistente con los datos detectados por el sistema sensorico 4a, 4b, al menos durante un momento.

El sistema de asistencia puede presentar, además de las unidades descritas, otras unidades, que por ejemplo prevén determinadas regulaciones para el tramo regulado 2 o bien pueden emitir las correspondientes informaciones de actuación o recomendaciones de actuación a través de la unidad de salida 11. A modo de ejemplo citemos aquí un sistema de apoyo al controlador aéreo 1, que igualmente está alojado en el sistema de asistencia 1 y que debe apoyar al controlador aéreo en su tarea de regulación y conducción. Mediante la adaptación de los estados captados y/o estados pronosticados para el tramo regulado 2, puede aportarse al sistema de apoyo al controlador aéreo un fundamento bastante mejor para sus cálculos y recomendaciones de actuación, lo cual aumenta la aceptación y la seguridad.

Un tal sistema se muestra en la figura 2 a modo de ejemplo para el tramo regulado en la conducción de una aeronave mediante un controlador aéreo 21. El controlador aéreo 21, que se encuentra por lo general en el centro de control o en la torre del aeropuerto, se encuentra conectado por radio con el piloto 22 de una aeronave 23. El controlador aéreo 21 transmite a través del enlace por radio 24 al piloto 22 de la aeronave 23 las correspondientes instrucciones, para que el piloto 22 pueda hacer aterrizar la aeronave 23 sobre una trayectoria predeterminada en el aeropuerto.

Desde hace algún tiempo se conocen para el apoyo al controlador aéreo 21 los llamados sistemas de apoyo al controlador aéreo 25, que pueden aportar al controlador diversas propuestas para las secuencias de aterrizaje y/o relativas a instrucciones para guiar el vuelo, en función de la situación actual en el espacio aéreo del aeropuerto. Con ayuda de sensores 26a, 26b, que por ejemplo pueden ser sensores de radar y por lo tanto aportan continuamente datos de radar al sistema de apoyo al controlador aéreo 25, puede constituirse una situación dentro del espacio aéreo o bien un estado para el controlador aéreo, para que la aeronave pueda aterrizar con seguridad en el aeropuerto. Pero estos datos aportan al sistema de apoyo al controlador aéreo 25 también el fundamento para las propuestas de las secuencias de aterrizaje y/o instrucciones de guía a las aeronaves.

Pero si cambia el controlador aéreo 21 de estrategia, el sistema 25 no percibe nada hasta que existen y se reconocen instrucciones inequívocas en los datos de radar relativas a un comportamiento del vuelo que se desvía. Pero esto puede tardar hasta 30 segundos y más, por lo que durante este tiempo la situación representada o bien el estado captado relativo al trayecto regulado y las propuestas aportadas por el sistema 25 no son consistentes con la propia situación y/o el propio estado. Esta falta de coincidencia entre la intención del controlador aéreo y la conciencia de la situación del sistema de apoyo 25 aportada por la máquina, dan lugar no obstante a propuestas limitadas, que en definitiva conducen a una aceptación insuficiente del sistema por parte del controlador aéreo.

Para solucionar este problema, se encuentra en el enlace de comunicación 24 entre controlador 21 y piloto 22 una unidad de registro acústico 27, que está conectada comunicativamente con el sistema 25. La comunicación entre el controlador aéreo 21 y el piloto 22 a través del enlace de comunicación 24 se toma por lo tanto con ayuda de la unidad de registro acústico 27 y se proporciona al sistema 25.

Si entonces transmite el controlador aéreo 21 al piloto 22 instrucciones para guiar el vuelo modificadas respecto a la estrategia propiamente dicha a través del enlace de comunicación 24, ello es captado por la unidad de registro acústico 27. Estas instrucciones de voz transmitidas a través del enlace de comunicación 24 significan entonces el instante más temprano posible para detectar una modificación de la estrategia del controlador 21 en el control del tráfico. Mediante un sistema de asistencia tal como el descrito en la figura 1, que es parte integrante del sistema 25, pueden reconocerse las informaciones de voz relativas al trayecto regulado, aportando los estados captados por el sistema 25, así como su pronóstico en lo que sigue, en base a planificaciones alternativas realizadas en el sistema de asistencia basándose en diversas estrategias, el contexto para el reconocimiento de la voz. Las informaciones de voz de la correspondiente persona 21 y 22, identificadas a través del enlace de comunicación 24, pueden utilizarse entonces para adaptar los estados captados por el sistema 25, para poder tener en cuenta así la variación de estrategia del controlador aéreo 21 en la emisión de las correspondientes propuestas para la conducción del vuelo, aun cuando los estados modificados sólo pueden ser detectados algún tiempo después mediante los sensores de radar 26a, 26b. El controlador sigue por ejemplo primeramente la estrategia 1 y conmuta a continuación a la estrategia 2. Esto se detecta, puesto que existen planificaciones para ambas estrategias. Pero puesto que el sistema no muestra todas las planificaciones posibles, sólo puede percibirse hacia fuera hacia el controlador aéreo la estrategia 1 del sistema, aun cuando se calcula más de una estrategia.

Los cálculos del sistema conmutan ahora a la estrategia 2 como estrategia de rango prioritario, que ha de emitirse y elaborarse más en profundidad. Puesto que a esta modificación del plan el controlador aéreo reacciona inmediatamente mediante el sistema 25 por medio de una mejora de la propia planificación, recibe el controlador aéreo inmediatamente una impresión sobre qué otras repercusiones se activarán mediante las acciones que él ha originado. Esto es de gran ayuda en particular en situaciones con una elevada afluencia de tráfico, ya que en tales situaciones la carga a la que está sometido de todos modos el controlador aéreo es elevada. Debido a la elevada confianza por el lado del sistema en cuanto a la evolución esperada de la situación futura, existe ahora adicionalmente la posibilidad de indicar al controlador aéreo desviaciones de la aeronave respecto a la trayectoria planificada. Entonces se realiza la adaptación de la situación mediante el controlador aéreo tal que el mismo no tiene que realizar ninguna entrada adicional en el sistema 25, como por ejemplo introducir las correspondientes instrucciones o mediante una orden directa por voz. Más bien se realiza la adaptación bajo las circunstancias de las secuencias de trabajo completamente normales del controlador aéreo 21. Esto significa una clara ventaja del sistema 25 respecto a los sistemas actuales, puesto que el sistema presente ya puede realizar la advertencia en un instante en el que el sistema utilizado hasta ahora intenta aún detectar variaciones en la estrategia.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de apoyo al controlador aéreo (1, 25) para apoyar a un controlador aéreo en tareas de planificación y/o conducción que dependen de la situación de un trayecto regulado (2) en la conducción de una aeronave por parte de un controlador aéreo (21), en el que el sistema de apoyo al controlador aéreo aporta al controlador aéreo, en función de la situación en ese momento en el espacio aéreo del aeropuerto, diversas propuestas relativas a instrucciones para guiar el vuelo para las aeronaves con:
- 10 - una unidad de captación del estado (3) para captar al menos un estado (5, 5a) del trayecto regulado (2), realizándose la captación del estado del trayecto regulado mediante un primer sistema sensor que está conectado con la unidad de captación del estado,
- una unidad de registro acústico, (9, 27) configurada para registrar señales acústicas de voz de una comunicación por voz (24) entre un piloto (22) de una aeronave (23) y un controlador aéreo (21) y
- 15 - una unidad de procesamiento de la voz (7) equipada para identificar informaciones de voz (10) relativas al trayecto regulado (2) de entre las señales acústicas de voz registradas,
- caracterizado porque** la unidad de captación del estado (3) está equipada para adaptar el estado detectado (5) y/o un estado pronosticado (5a) que puede deducirse del estado actual para el trayecto regulado (2), en función de las informaciones de voz (10) identificadas,
- 20 en el que la unidad de registro acústico, junto con la unidad de procesamiento de la voz, constituyen un segundo sistema sensor para la captación o pronóstico del estado del trayecto regulado, y estando prevista una unidad de hipótesis de voz, configurada para determinar hipótesis de voz relativas a informaciones de voz a esperar en el futuro en función del estado captado (5) y/o de un estado pronosticado (5a) que puede deducirse del estado actual, estando equipada la unidad de procesamiento de la voz (7) para identificar las informaciones de voz (10) relativas al trayecto regulado (2) a partir de las señales acústicas de voz registradas teniendo en cuenta las hipótesis de voz determinadas, transmitiéndose al sistema de apoyo al controlador aéreo las adaptaciones de los estados detectados y/o estados pronosticados relativos al trayecto regulado como base para sus cálculos y recomendaciones de actuación.
- 30 2. Sistema de apoyo al controlador aéreo (1, 25) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la unidad de hipótesis de voz (8) está equipada para asociar probabilidades de ocurrencia a las hipótesis de voz determinadas y la unidad de procesamiento de la voz (7) está equipada para identificar informaciones de voz (10) teniendo en cuenta además las probabilidades de ocurrencia asociadas a las hipótesis de voz.
- 35 3. Sistema de apoyo al controlador aéreo (1, 25) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** está prevista una unidad de determinación del contexto (6), configurada para determinar un contexto de voz en función del estado captado (5) y/o de un estado pronosticado (5a) que puede deducirse del estado actual, estando equipada la unidad de procesamiento de la voz (7) para identificar informaciones de voz (10) relativas al tramo regulado (2) a partir de las señales acústicas de voz registradas, teniendo en cuenta el contexto de voz determinado.
- 40 4. Sistema de apoyo al controlador aéreo (1, 25) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,
- 45 **caracterizado porque** la unidad de registro acústico (9, 27) está equipada para recibir señales eléctricas en un enlace eléctrico de comunicación por voz (24) y para registrar las señales acústicas de voz a partir de las señales eléctricas recibidas.
- 50 5. Sistema de apoyo al controlador aéreo (1, 25) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque** el sistema de asistencia (1, 25) presenta una unidad de salida (11), para emitir instrucciones de apoyo generadas en función del estado captado (5) y/o de un estado pronosticado (5a) que puede deducirse del estado actual, para apoyar la tarea de planificación y/o conducción que depende de la situación del trayecto regulado (2).
- 55 6. Sistema de apoyo al controlador aéreo (1, 25) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes,
- caracterizado porque** el sistema de asistencia está equipado para determinar opciones de actuación para apoyar la tarea de planificación y/o conducción que depende de la situación para el trayecto regulado en función del estado captado (5) y/o de un estado pronosticado (5a) que puede deducirse a partir del estado actual para el trayecto regulado (2), estando configurada la unidad de hipótesis de voz para determinar las hipótesis de voz relativas a futuras informaciones de voz esperadas en función de opciones de actuación determinadas a partir del estado captado y/o del estado pronosticado.
- 60 7. Sistema de apoyo al controlador aéreo (1, 25) de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** el sistema de asistencia está equipado para determinar las opciones de actuación para apoyar la tarea de planificación y/o conducción que depende de la situación para el trayecto regulado, en función además de las informaciones de voz (10) identificadas.
- 65

- 5 8. Procedimiento para apoyar en tareas de planificación y/o conducción que dependen de la situación de un trayecto regulado, en la conducción de una aeronave por parte de un controlador aéreo, en el que se aportan al controlador aéreo, en función de la situación actual en el espacio aéreo del aeropuerto, diversas propuestas relativas a instrucciones para guiar el vuelo para las aeronaves, mediante un sistema de apoyo al controlador aéreo, con las etapas:
- 10 - captación de al menos un estado del trayecto regulado mediante una unidad de captación del estado, realizándose la captación del estado del trayecto regulado mediante un primer sistema sensor, que está conectado con la unidad de captación del estado,
- 10 - registro de señales acústicas de voz de una comunicación por voz entre un piloto de una aeronave y un controlador aéreo, mediante una unidad de registro acústico,
- 10 - reconocimiento automatizado de informaciones de voz relativas al trayecto regulado a partir de las señales acústicas de voz registradas, mediante una unidad de procesamiento de la voz,
- caracterizado por**
- 15 - la adaptación del estado detectado y/o de un estado pronosticado para el trayecto regulado que puede deducirse del estado actual en función de las informaciones de voz identificadas mediante la unidad de captación del estado, formando la unidad de registro acústico junto con la unidad de procesamiento de la voz un segundo sistema sensor para captar o pronosticar el estado del trayecto regulado,
- 20 - la determinación automatizada de hipótesis de voz relativas a informaciones de voz a esperar en el futuro en función del estado captado y/o de un estado pronosticado que puede deducirse del estado actual, mediante una unidad de hipótesis de voz y
- 20 - la identificación automatizada de las informaciones de voz relativas al trayecto regulado a partir de las señales acústicas de voz registradas, teniendo en cuenta las hipótesis de voz determinadas, mediante la unidad de procesamiento de la voz,
- 25 transmitiéndose al sistema de apoyo al controlador aéreo las adaptaciones de los estados detectados y/o estados pronosticados del trayecto regulado como base para sus cálculos y recomendaciones de actuación.
- 30 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8,
caracterizado por la asociación de probabilidades de ocurrencia a las hipótesis de voz determinadas mediante la unidad de hipótesis de voz y la identificación de las informaciones de voz teniendo en cuenta además las probabilidades de ocurrencia asociadas a las hipótesis de voz, mediante la unidad de procesamiento de la voz.
- 35 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8 ó 9,
caracterizado por
- 40 - la determinación automatizada de un contexto de voz en función del estado captado y/o de un estado pronosticado que puede deducirse del estado actual, mediante una unidad de determinación del contexto y
- 40 - la identificación automatizada de las informaciones de voz relativas al trayecto regulado a partir de las señales acústicas de voz registradas, teniendo en cuenta el contexto de voz determinado, mediante la unidad de procesamiento de la voz.
- 45 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10,
caracterizado por la recepción de señales eléctricas de un enlace eléctrico de comunicación por voz y registro de las señales acústicas de voz a partir de las señales eléctricas recibidas, mediante la unidad de registro.
- 50 12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 11,
caracterizado por la determinación de opciones de actuación para apoyar la tarea de planificación y/o conducción que depende de la situación del trayecto regulado en función del estado captado (5) y/o de un estado pronosticado (5a) que puede deducirse del estado actual para el trayecto regulado (2) mediante el sistema de asistencia y determinación de las hipótesis de voz relativas a informaciones de voz que se esperan en el futuro en función de opciones de actuación determinadas a partir del estado captado y/o de un estado pronosticado, mediante la unidad de hipótesis de voz.
- 55 13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12,
caracterizado por la determinación de las opciones de actuación para apoyar la tarea de planificación y/o conducción que depende de la situación del trayecto regulado en función además de las informaciones de voz identificadas mediante el sistema de asistencia.
- 60 14. Programa de computadora con medios de código de programa, en particular sobre un soporte legible por máquina, preparado para realizar el procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 13, cuando el programa de computadora se ejecuta sobre un ordenador.
- 65

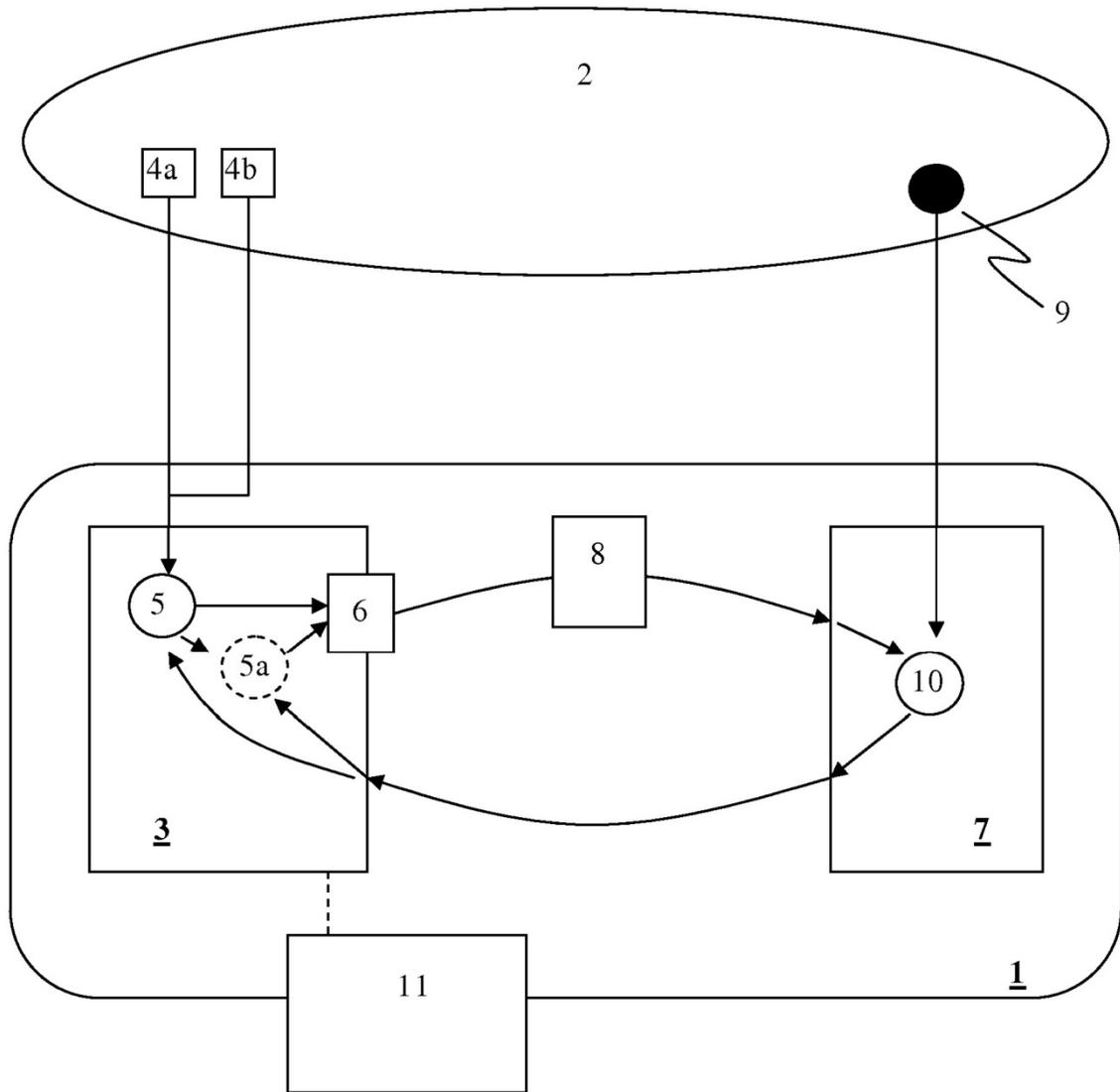


Figura 1

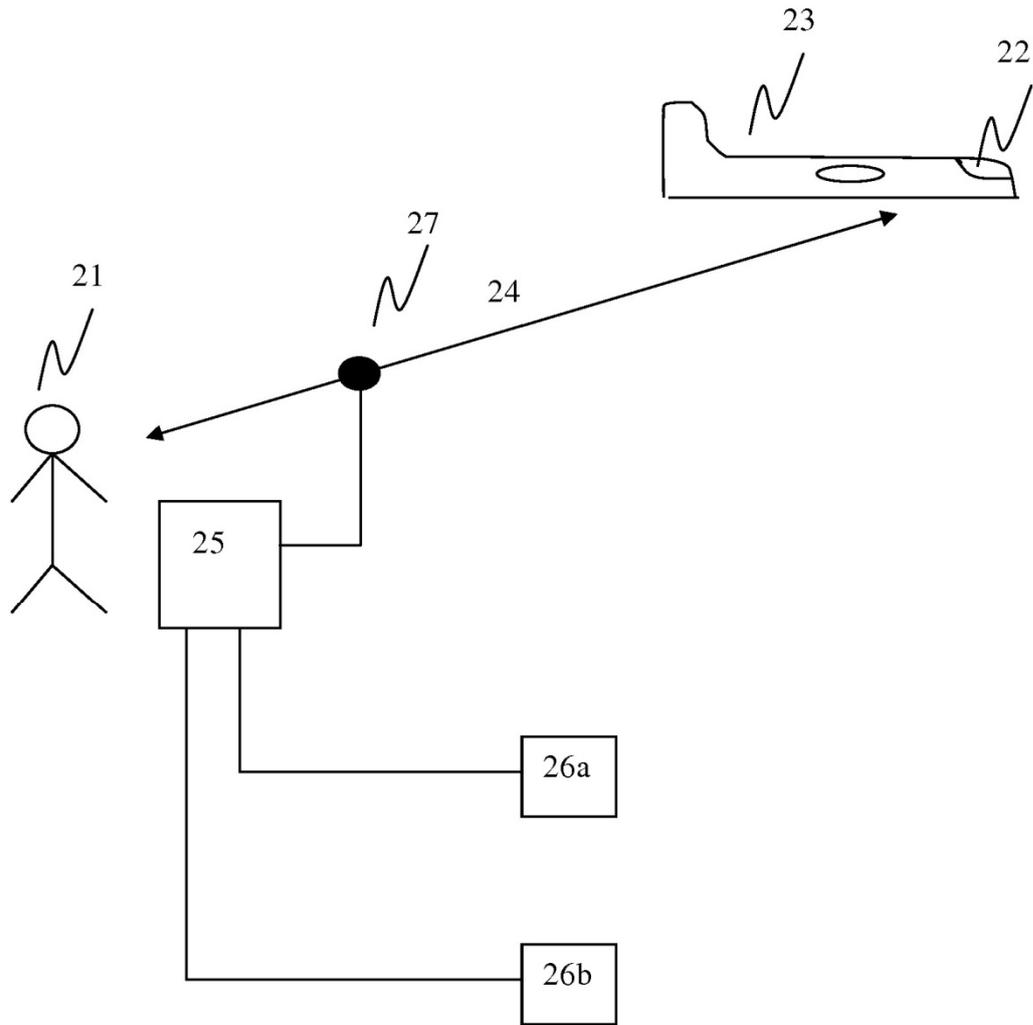


Figura 2