(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 937 778**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **09 56575**

(51) Int Cl[8] : ***G 08 G 5/06*** *(2006.01), B 64 D 43/00*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 23.09.09.

(30) **Priorité :** 23.09.08 US 12236208.

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 30.04.10 Bulletin 10/17.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *UNIVERSAL AVIONICS SYSTEMS CORP.* — US.

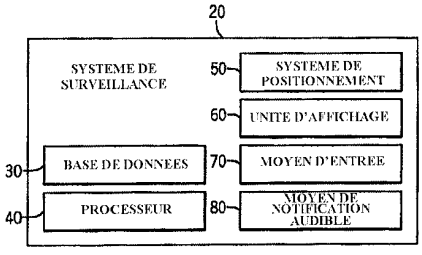
(72) **Inventeur(s) :** NAIMER JOACHIM LAURENZ, HUMMEL FRANK, ZEITOUNI DAVID et KROHN PATRICK.

(73) **Titulaire(s) :** UNIVERSAL AVIONICS SYSTEMS CORP..

(74) **Mandataire(s) :** CABINET LAVOIX.

(54) SYSTEME DE MAN?UVRE AU SOL, DE SURVEILLANCE ET D?ALERTE POUR AVION.

(57) Système de surveillance pour prévenir des opérateurs d'aéronefs ou d'autres véhicules à l'approche d'une caractéristique géographique d'intérêt, comme une piste, une voie de circulation ou un autre aéronef. Le système comprend une base de données contenant au moins une carte géo-référencée, un processeur, un système de positionnement configuré pour identifier un certain nombre de paramètres opérationnels d'aéronef ou d'un autre type de véhicule et les transmettre au processeur, et une unité d'affichage configurée pour afficher la position actuelle de l'aéronef sur la carte géo-référencée. Après la réception des paramètres opérationnels, le processeur identifie une zone de circonscription virtuelle centrée sur l'aéronef ou le véhicule. Le processeur surveille la position de l'aéronef ou du véhicule par rapport à des caractéristiques géographiques d'intérêt et détermine si au moins une partie d'une caractéristique géographique se trouve dans la zone de circonscription. Si tel est le cas, une notification est générée et présentée à l'opérateur qui peut réagir en conséquence.



FR 2 937 778 - A1

SYSTEME DE SURVEILLANCE ET D'ALERTE DE MANŒUVRE AU SOL CENTRE SUR L'AERONEF

Référence croisée à des demandes parentes

La présente demande est une continuation partielle de la demande de brevet US Ser N° 11/634 663 déposée le 6 décembre 2006, dont l'intégralité est incorporée par la présente à titre de référence.

Déclaration relative des subventions fédérales de recherche ou développement

Non applicable.

Arrière-plan de l'invention

1. Domaine technique de l'invention

La présente invention concerne un système amélioré pour prévenir les opérateurs d'aéronefs au cours d'opérations au sol que l'aéronef est en train de s'approcher d'une piste ou d'une autre zone désignée.

2. Etat de la technique

Dans l'aviation, il existe un problème sérieux lié à la pénétration sans autorisation d'aéronefs sur des pistes d'aéroport au cours d'opérations de circulation, ce à quoi il est couramment fait référence en tant qu'« incursion sur piste ». Ce problème a été récemment exacerbé par un certain nombre d'incidents récents impliquant des « accidents évités de justesse » qui se produisent lorsque deux aéronefs essayent d'utiliser en même temps la même piste ou des pistes se croisant, engendrant ainsi le risque d'une collision désastreuse. Dans un autre incident récent, un avion de ligne s'est écrasé au décollage parce que le pilote avait essayé de décoller de la mauvaise piste qui était plus courte que la distance minimale nécessaire au décollage de l'avion.

Divers systèmes ont été utilisés par le passé pour minimiser le risque d'incursions sur piste. Un certain nombre de systèmes « traditionnels » sont décrits

dans le brevet US N° 6 606 563 et comptent principalement sur le pilote et/ou les contrôleurs aériens pour surveiller la position de l'avion par rapport aux pistes de l'aéroport au cours d'opérations de circulation. Ces systèmes nécessitent que le pilote demande l'autorisation aux contrôleurs aériens avant de traverser une piste, en s'en remettant aux contrôleurs aériens pour surveiller visuellement le mouvement de l'avion pendant qu'il se déplace, et nécessitent de placer des signes et des marquages au sol pour indiquer la position d'un avion par rapport à une piste donnée. Néanmoins, de tels systèmes ne sont pas bien adaptés pour empêcher actuellement les incursions sur piste dans de nombreux aéroports de grande taille, qui comportent de nombreuses pistes et de nombreuses voies de circulation sur lesquelles des dizaines d'aéronefs peuvent être en train de circuler, en train de décoller ou en train d'atterrir à tout moment donné. De plus, de tels systèmes sont moins fiables de nuit ou dans des conditions de faible visibilité, lorsque la capacité des pilotes et des contrôleurs aériens à surveiller les conditions visuellement est diminuée.

Le brevet US N° 6 606 563 divulgue un système pour prévenir un opérateur d'un véhicule, comme un aéronef, que le véhicule est en train d'approcher ou se trouve à l'intérieur d'une zone d'attention, comme une piste. Le système comprend une base de données électronique qui mémorise l'emplacement de la zone d'attention, un système de positionnement (par exemple, GPS) qui détermine l'emplacement de l'aéronef, un processeur qui calcule la distance entre l'emplacement du véhicule et la zone d'attention, et une alarme qui prévient le pilote lorsque la distance est inférieure à une valeur prédéterminée. Tous ces composants sont situés sur l'aéronef proprement dit, de sorte que le système n'a pas besoin de s'en remettre aux données d'entrée de sources extérieures, par exemple des systèmes de contrôle du trafic aérien, pour prévenir le pilote d'une incursion sur piste potentielle.

Le dispositif de mémorisation du système comprend un dispositif de mémoire informatique classique (par exemple, RAM, CD-ROM, EPROM), dans lequel est mémorisée une base de données comprenant des informations d'emplacement pour n'importe quel nombre souhaité de zones d'attention. Les

zones d'attention peuvent comprendre l'intégralité ou une partie d'une piste et peuvent en outre comprendre toute autre zone pour laquelle une alerte serait souhaitable en cas d'approche d'un aéronef (par exemple, une zone de travaux). Les coordonnées de chaque zone d'attention peuvent être déterminées par rapport à la surface de la terre, par exemple par la longitude et la latitude.

Il est divulgué que la fonction d'alarme comprend des composants audibles et/ou visuels. L'alarme audible peut comprendre un avertissement par une voie de synthèse identifiant le nom de la piste (par exemple, « ENTREE SUR LA PISTE 27 ») et/ou l'emplacement de l'aéronef par rapport à la piste (par exemple, « PISTE DEVANT »). Le composant visuel de l'alarme peut comprendre une désignation d'une caractéristique à l'intérieur de la zone d'attention, comme le mot « PISTE » affiché sur un écran, une identification d'une piste spécifique (par exemple, « PISTE 27 ») sur un écran, et/ou d'autres informations comme un plan de l'aéroport représentant l'emplacement de diverses caractéristiques géographiques.

Bien que le système d'alerte divulgué par le brevet US N° 6 606 563 fournisse aux pilotes une certaine notification d'incursions sur piste potentielles, comme cela est décrit ci-dessus, ce système n'enseigne pas l'utilisation d'une carte d'aéroport électronique classique pour afficher une représentation graphique de la position actuelle d'un aéronef par rapport à la piste considérée et d'autres caractéristiques géographiques de l'aéroport. Ainsi, bien que le pilote puisse comprendre qu'il s'approche d'une piste, il ne se rend pas forcément compte immédiatement de l'emplacement de la piste par rapport à son aéronef ou il n'est pas forcément conscient de la direction qu'il doit suivre pour éviter de pénétrer sur la piste, particulièrement s'il se trouve dans un aéroport qu'il ne connaît pas bien. De plus, si le pilote est entré sur une piste différente de celle sur laquelle l'aéronef est autorisé à décoller, il n'en est pas forcément conscient uniquement sur la base d'un avertissement audible ou d'une désignation visuelle comme « PISTE » apparaissant sur un écran d'affichage. Par conséquent, il serait souhaitable de combiner un avertissement du fait que l'aéronef s'approche d'une piste avec une notification visuelle au pilote identifiant précisément où se trouve l'aéronef par

rapport à diverses caractéristiques géographiques au sein de l'aéroport, au moment de la notification.

Des systèmes d'affichage de la position d'un aéronef sur un dispositif d'affichage par rapport à des caractéristiques géographiques d'un aéroport, comme des pistes de décollage et d'atterrissage, des voies de circulation, des terminaux, etc. sont connus dans l'art. Des cartes d'aéroport électroniques, comme ceux fournis par Jeppesen Sanderson, Inc. (« Jeppesen ») en association avec son logiciel JeppView, sont couramment utilisés par des pilotes pour obtenir une représentation graphique de la position d'un avion par rapport à d'autres caractéristiques géographiques d'un aéroport.

Des cartes d'aéroport électroniques sont généralement mémorisées dans une base de données informatisée, qui se trouve sur un lecteur de disque dur ou sur un lecteur de CD-ROM connecté à un système informatique embarqué. Un tel système est l'Application Server Unit (ASU) proposé par Universal Avionics Systems Corporation (« Universal Avionics »). Le système informatique comprend généralement une unité d'affichage sur laquelle les cartes d'aéroport sont affichées, l'unité d'affichage pouvant comprendre une unité d'affichage montée sur panneau, comme l'unité d'affichage à écran plat diagonal EFI-890R d'Universal Avionics, ou une unité d'affichage autonome portable comme l'Universal Cockpit Display Terminal (UCDT) d'Universal Avionics. Généralement, de tels systèmes sont en mesure d'utiliser des données d'avionique obtenues par le système de gestion de vol (FMS) de l'aéronef, comme des données de position, de cap, de route et de vitesse, pour fournir une représentation graphique de la position actuelle de l'aéronef et de son cap sur l'affichage de la carte de l'aéroport.

En variante, la base de données peut comprendre une partie d'un système informatique autonome portable, comme un système de sac de vol électronique (EFB), qui peut être éventuellement intégré aux systèmes d'avionique de l'aéronef. Un tel système EFB est le système Universal Cockpit Display (UCD) d'Universal Avionics, qui comprend un Universal Cockpit Display Computer et une ou plusieurs unités d'affichage UCDT. Un tel système peut fournir à l'équipage une

diversité d'informations comme des listes de vérification, des cartes de l'aéroport et des cartes aéronautiques, des affichages vidéo externes, des documents électroniques et des données météorologiques. Cependant, les systèmes EFB, et particulièrement ceux qui ne sont pas capables de recevoir des données du système d'avionique de l'aéronef, ont une capacité limitée à prévenir l'équipage d'incursions sur piste potentielles, puisqu'ils ont généralement une capacité limitée voire même nulle à obtenir des données concernant la position et la vitesse de l'aéronef pour les afficher sur une carte d'aéroport mémorisée dans la base de données.

Les cartes d'aéroport standard, bien qu'utiles pour fournir des informations générales de position, étaient précédemment limités par le fait que les coordonnées de position sur les cartes n'étaient pas indexées à un cadre de référence global fixe, comme le WGS 84 qui est le système de référence utilisé par le système de positionnement global (GPS). Par conséquent, de telles cartes pouvaient générer des erreurs importantes entre la position réelle de l'aéronef par rapport à des caractéristiques géographiques de l'aéroport, telle que déterminée par GPS, et la position de l'aéronef affichée sur la carte d'aéroport, puisque les coordonnées de position sur ces graphiques n'étaient pas basées sur le WGS 84. La différence entre la position réelle de l'aéronef et la position affichée sur une carte d'aéroport électronique standard pouvait atteindre des dizaines voire même des centaines de mètres. De telles cartes n'étaient tout simplement pas capables d'afficher la position d'un aéronef avec une précision suffisante pour identifier des incursions sur piste potentielles.

Au cours de ces dernières années, des fournisseurs de cartes d'aéroports, comme Jeppesen, ont résolu ce problème en fournissant des cartes d'aéroports « géo-référencées », dans lesquelles chaque coordonnée sur la carte est indexée à un emplacement géographique particulier ayant une latitude spécifique et une longitude spécifique, déterminées par rapport à un cadre de référence mondial fixe comme le WGS 84.

En conséquence, une position d'un aéronef déterminée en utilisant le GPS peut être affichée sur une carte d'aéroport géo-référencée avec une précision ne

pouvant pas être atteinte en utilisant des cartes d'aéroports standards non géo-référencées.

Néanmoins, pour concrétiser les avantages significatifs découlant de l'utilisation de cartes d'aéroports géo-référencées, il est important que le système comprenne un procédé de surveillance et d'identification des incohérences entre les données source (qui comprennent les données de caractéristiques géographiques d'aéroport mémorisées et les données d'orientation et de position dynamiques de l'aéronef) et la présentation graphique de ces données sur le dispositif d'affichage de l'aéronef. En l'absence d'une telle fonctionnalité de surveillance en association avec l'utilisation de cartes d'aéroport géo-référencées, les pistes, les voies de circulation, la position de l'aéronef ou d'autres éléments de l'aéroport peuvent être incorrectement tracés sur l'affichage, sans que le pilote ne se rende compte de cette erreur. Cela peut engendrer une notification incorrecte d'une incursion sur piste potentielle ou l'absence de notification d'une incursion sur piste potentielle réelle au pilote.

Un autre système pour prévenir les pilotes d'incursions sur piste potentielles est le système logiciel de gestion de mouvement de zone de surface (SAMM) fourni par Aviation Communication & Surveillance Systems (ACSS). Le système SAMM fournit aux pilotes des avertissements d'incursions sur piste potentielles, en surveillant des signaux de position reçus d'autres aéronefs en train de se déplacer, de décoller ou d'atterrir dans le même aéroport, comme des transmissions par un système de surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B) et des transpondeurs de mode S. Sur la base de telles informations, le système SAMM peut prévenir un pilote si un autre aéronef entre sur la même piste au cours d'un décollage. Par exemple, si un aéronef équipé de SDA-B est sur le point de décoller alors qu'un autre aéronef équipé d'ADS-B ou d'un transpondeur de mode S est en train de circuler sur la piste de décollage active, l'affichage dans l'aéronef équipé de SAMM trace immédiatement une case rouge autour de la piste active, met l'aéronef constituant une menace en surbrillance en rouge, et fournit une alerte sonore.

Néanmoins, bien que le système SAMM soit capable de prévenir un pilote d'incursions potentielles d'autres aéronefs sur une piste utilisée par son aéronef, et de mettre en surbrillance la position de son aéronef et des autres aéronefs constituant une menace sur une carte d'aéroport électronique, il ne fournit pas au pilote de notification avant que son propre aéronef ne pénètre sur la piste en premier lieu. Ainsi, un pilote qui est entré sur la mauvaise piste avant le décollage ne reçoit pas de notification de la piste sur laquelle l'aéronef a pénétré, avant sa tentative de décollage.

Bien que des systèmes comme ceux divulgués ci-dessus soient capables de prévenir les pilotes d'incursions sur piste potentielles dans certaines circonstances, ils s'accompagnent chacun de limitations significatives. Ainsi, il serait souhaitable de proposer un système pour notifier à un pilote que son aéronef s'approche d'une piste ou d'une autre caractéristique géographique d'intérêt, tout en identifiant simultanément la position de l'aéronef par rapport à une carte d'aéroport géo-référencée. Cela garantirait que le pilote soit non seulement averti du fait que son aéronef va entrer sur une piste s'il continue à son cap actuel, mais cela permettrait également au pilote d'évaluer immédiatement l'emplacement de son aéronef par rapport à d'autres caractéristiques d'aéroport. De plus, cela minimiserait le risque de tentative de décollage d'un pilote sur une mauvaise piste, en permettant au pilote de confirmer visuellement sur l'affichage de la carte d'aéroport que l'aéronef se trouve effectivement sur la bonne piste de décollage, particulièrement de nuit ou par faible visibilité lorsque les marquages, les éclairages, etc. de piste peuvent s'avérer être insuffisants à cet effet.

Il serait également souhaitable de proposer un procédé destiné à prévenir un pilote que son aéronef s'approche d'une piste ou d'une autre caractéristique d'intérêt, dans lequel la notification comprend à la fois une notification visuelle associée à une carte d'aéroport géo-référencée et une notification audible identifiant la piste ou la caractéristique d'intérêt. En outre, il serait souhaitable de proposer un procédé consistant à baser le timing des notifications sur la vitesse de l'aéronef. Cela garantirait que, indépendamment de la vitesse de l'aéronef,

l'opérateur de l'aéronef dispose toujours de suffisamment de temps et de distance pour réagir à une alerte.

Il serait en outre souhaitable de proposer un procédé comprenant également la surveillance et la notification au pilote d'erreurs ou d'incohérences entre des données source (soit des données d'aéroport mémorisées soit des données d'orientation et de position dynamiques de l'aéronef) et la présentation graphique de ces données sur un dispositif d'affichage de l'aéronef.

Résumé de l'invention

Un aspect de la présente invention est un système de surveillance qui prévient un opérateur, comme un pilote d'aéronef ou d'hélicoptère, qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une caractéristique géographique d'intérêt, comme une piste de décollage ou d'atterrissage, une voie de circulation, un carrefour, une zone d'atterrissage pour hélicoptères, ou un autre aéronef. Le système de surveillance comprend une base de données ayant des cartes d'aéroport géo-référencées pour un certain nombre d'aéroports et des informations sur au moins une caractéristique géographique d'intérêt pour chaque aéroport. Le système de surveillance comprend en outre un processeur, un système de positionnement configuré pour déterminer la position, le cap, la route et/ou la vitesse de l'aéronef et transmettre ces données au processeur, et une unité d'affichage configurée pour afficher la carte d'aéroport géo-référencée, la position actuelle de l'aéronef et au moins une caractéristique géographique d'intérêt sur la carte d'aéroport géo-référencée.

Après la réception des informations de position, de cap, de route et/ou de vitesse d'aéronef de la part du système de positionnement, le processeur définit une zone de circonscription comprenant l'aéronef et une zone l'entourant. Dans un mode de réalisation préféré, la zone de circonscription est généralement de forme circulaire et centrée sur l'aéronef. Dans un autre mode de réalisation possible, la zone de circonscription est segmentée en une zone de circonscription intérieure et une zone de circonscription extérieure. Le processeur détermine si une caractéristique géographique intéressante se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription associée à l'aéronef. Cela peut être le cas

par exemple si un aéronef est en train de circuler vers une piste. A un certain stade, la zone de circonscription englobant l'aéronef comprendra également au moins une partie de la piste. En d'autres termes, la zone de circonscription recouvrira au moins une partie de la piste.

Après avoir déterminé que la caractéristique géographique intéressante se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription, le processeur lance une procédure de notification et transmet un signal de notification à l'unité d'affichage et/ou à l'avertisseur sonore, par exemple un haut-parleur. Si le signal est transmis à l'unité d'affichage, une notification visible est affichée sur l'unité d'affichage. La notification visible peut comprendre un changement d'affichage de la caractéristique géographique sur la carte d'aéroport. Dans des modes de réalisation en variante, la notification peut comprendre une identification textuelle ou vocale de la caractéristique géographique pertinente.

En variante, la caractéristique géographique peut être mise en surbrillance et/ou clignoter sur l'unité d'affichage. La notification cesse après que l'aéronef s'est éloigné de la caractéristique géographique de telle sorte que la caractéristique ne se trouve plus au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription. La notification cesse également si l'aéronef se déplace parallèlement à la caractéristique géographique sur une distance prédéterminée ou pendant une durée prédéterminée. Le système de surveillance peut comprendre en outre une entrée d'utilisateur pour désactiver la notification. Après la désactivation de la notification et après que la caractéristique géographique ne se trouve plus au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription, le processeur peut effectuer une réinitialisation de sorte qu'un nouveau signal de notification soit transmis si une caractéristique géographique différente devient au moins partiellement située à l'intérieur de la zone de circonscription.

Un autre aspect de la présente invention est un système de surveillance qui prévient un opérateur, comme un pilote d'aéronef, qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une zone géographique d'intérêt. Le système de surveillance selon ce mode de réalisation comprend une base de données contenant des cartes d'aéroport géo-référencées, un processeur, un système de positionnement

configuré pour déterminer la position, le cap et/ou la vitesse de l'aéronef, et transmettre ces données au processeur, et une unité d'affichage configurée pour afficher une carte géo-référencée et la position actuelle de l'aéronef par rapport à la carte géo-référencée. Le système de surveillance est en outre connecté à un système de gestion de vol dans lequel la piste de départ souhaitée peut être sélectionnée.

Le processeur reçoit les données de position, de cap et/ou de vitesse du système de positionnement, définit une zone de circonscription autour de l'aéronef, puis détermine si une zone géographique d'intérêt est au moins partiellement située à l'intérieur de la zone de circonscription associée à l'aéronef. Lorsqu'il est déterminé qu'une zone géographique d'intérêt se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription, le processeur initie et transmet un signal de notification à l'unité d'affichage, en provoquant l'affichage d'une notification visible sur l'unité d'affichage. La notification visible peut comprendre un changement d'affichage d'une caractéristique géographique sur la carte graphique géo-référencée. La notification visible peut également comprendre une identification d'une caractéristique géographique située au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription.

Le processeur reçoit en outre les informations de piste de départ souhaitée du système de gestion de vol et amène l'unité d'affichage à identifier la piste de départ souhaitée en tant que telle. De plus, le processeur reçoit des informations de débit de carburant du système de gestion de vol. Un signal de notification est généré et transmis à l'unité d'affichage si le débit de carburant mesuré est supérieur ou égal à la quantité de carburant nécessaire au décollage de l'aéronef et l'aéronef ne se trouve pas sur la piste de départ souhaitée.

Un autre aspect de la présente invention est un procédé destiné à prévenir un opérateur qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une caractéristique géographique d'intérêt, comme une piste. Le procédé comprend l'extraction de données de carte d'aéroport géo-référencée et de données de zone de circonscription d'une base de données, l'affichage de la carte d'aéroport géo-référencée sur une unité d'affichage, la détermination de la position, du cap, de la

route et/ou de la vitesse de l'aéronef, la transmission des données correspondant à la position, au cap, à la route et/ou à la vitesse de l'aéronef à un processeur, l'affichage d'indices visuels correspondant à la position, au cap, à la route et/ou à la vitesse de l'aéronef superposés sur la carte d'aéroport géo-référencée, la détermination si une caractéristique géographique se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription, et à la détermination qu'une caractéristique géographique intéressante se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription, la fourniture d'une notification visible ou audible à l'opérateur.

La notification visible peut comprendre un changement d'affichage d'une caractéristique géographique sur la carte d'aéroport géo-référencée. La notification visible peut également comprendre une identification d'une caractéristique géographique au moins partiellement située à l'intérieur de la zone de circonscription.

Divers autres aspects de la présente invention vont devenir apparents à partir de la description détaillée suivante des dessins.

L'objet de l'invention est donc un système de surveillance pour prévenir un opérateur qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une caractéristique géographique d'intérêt ; le système comprenant :

une base de données contenant des cartes géo-référencées, dans lequel chaque carte géo-référencée contient des informations relatives à au moins une caractéristique géographique d'intérêt ;

un processeur ;

un système de positionnement configuré pour identifier au moins l'un de la position, du cap, de la route, de l'altitude et de la vitesse de l'aéronef ; et

une unité d'affichage configurée pour afficher la carte d'aéroport géo-référencée et au moins l'une de la position actuelle de l'aéronef et de l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt sur la carte ;

caractérisé en ce que le processeur utilise l'au moins un de l'information relative à la position, au cap, à la route, à l'altitude et à la vitesse de l'aéronef provenant du système de positionnement pour définir une zone de circonscription

englobant, en particulier englobant toujours, au moins l'aéronef et une zone entourant l'aéronef, détermine si au moins une caractéristique géographique d'intérêt se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription, et fournit un signal de notification à la détermination que l'au moins une caractéristique géographique se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription.

Selon d'autres caractéristiques du système de surveillance pour prévenir un opérateur qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une caractéristique géographique d'intérêt, selon l'invention :

- le signal de notification est transmis à l'unité d'affichage entraînant le présentation d'une notification visuelle à l'opérateur ;

- il comprend en outre un avertisseur audible, et le signal de notification est transmis à l'avertisseur entraînant la présentation d'une notification audible à l'opérateur ;

- la notification visuelle comprend un changement d'affichage de l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt sur la carte géo-référencée ;

- l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt comprend au moins l'un d'une piste, une zone d'atterrissage pour hélicoptères, un carrefour, une voie de circulation, un autre aéronef et un espace aérien réglementé;

- la notification comprend une identification visuelle de l'au moins une caractéristique géographique au moins partiellement contenue dans la zone de circonscription ;

- la zone de circonscription est généralement de forme circulaire et centrée sur l'aéronef ;

- à la détermination que l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt est au moins partiellement située à l'intérieur de la zone de circonscription, l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt est mise en surbrillance et clignote sur l'unité d'affichage ;

- la carte géo-référencée est une carte d'aéroport et l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt comprend au moins l'un d'une piste, une

zone d'atterrissage pour hélicoptères, un carrefour, une voie de circulation et un autre aéronef ;

- comprenant en outre un moyen d'entrée configuré pour permettre à l'opérateur d'aéronef de désactiver le signal de notification pendant que l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription ;

- si le signal de notification est désactivé et l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt ne se trouve plus au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription, le processeur est réinitialisé et un nouveau signal de notification est généré si la même caractéristique géographique d'intérêt ou une autre caractéristique géographique d'intérêt devient ensuite au moins partiellement située à l'intérieur de la zone de circonscription ;

- la notification visuelle cesse lorsque la caractéristique géographique d'intérêt ne se trouve plus au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription ;

- la notification cesse lorsque l'aéronef se déplace parallèlement à la caractéristique géographique d'intérêt sur au moins l'une d'une distance prédéterminée et d'une durée prédéterminée ;

- la zone de circonscription se compose d'une zone de circonscription intérieure englobant au moins l'aéronef et d'une zone de circonscription extérieure englobant au moins l'aéronef et la zone de circonscription intérieure.

Un autre objet de l'invention est un système de surveillance pour prévenir un opérateur qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une zone géographique d'intérêt, le système comprenant :

une base de données comprenant des données de carte d'aéroport géo-référencée, dans lequel les données de carte d'aéroport comprennent des informations sur les pistes d'une pluralité d'aéroports ;

un processeur ;

un système de positionnement configuré pour identifier au moins l'un de la position, du cap, de la route, de l'altitude et de la vitesse de l'aéronef ; et

caractérisé en ce que le processeur définit une zone de circonscription englobant, en particulier englobant toujours, l'aéronef ; et en ce que la taille de la zone de circonscription dépend de la vitesse de l'aéronef.

Selon d'autres caractéristiques du système de surveillance pour prévenir un opérateur qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une zone géographique d'intérêt, selon l'invention :

- le processeur détermine en outre si une piste est au moins partiellement située à l'intérieur de la zone de circonscription et si la distance de l'aéronef à la piste diminue ;

- un message de notification est généré si la piste se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription et si la distance entre l'aéronef et la piste diminue ;

- il comprend en outre une unité d'affichage ; et le message de notification est transmis à l'unité d'affichage, entraînant l'affichage d'une notification visuelle sur l'unité d'affichage ;

- la notification visuelle comprend un changement de l'affichage de la piste sur la carte géo-référencée ;

- des informations de piste de départ sélectionnée par l'opérateur sont reçues par le processeur, et en particulier comprenant en outre une unité d'affichage ; et l'unité d'affichage affiche la piste de départ sélectionnée ;

- le processeur reçoit des informations sur des paramètres d'aéronef comprenant au moins l'un d'un débit de carburant, de réglages d'accélération, de réglages de puissance de moteur, et de régime de moteur ;

- des informations de piste de départ sélectionnée par l'opérateur sont reçues par le processeur, et en particulier le processeur génère un signal de notification unique s'il est déterminé que l'aéronef ne se trouve pas sur la piste de départ sélectionnée et au moins l'un des paramètres d'aéronef indique que l'aéronef est en mode de décollage ;

- le signal de notification est transmis à l'unité d'affichage, en provoquant une notification visuelle comprenant au moins de l'un du clignotement de l'aéronef et du clignotement de la piste actuelle.

Un autre objet de l'invention est un procédé destiné à prévenir un opérateur qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une caractéristique géographique d'intérêt, le procédé comprenant les étapes consistant à :

extraire une carte géo-référencée et des données de zone de circonscription d'une base de données ;

afficher la carte géo-référencée sur une unité d'affichage ;

déterminer au moins l'un de la position, du cap, de la route et de la vitesse de l'aéronef ;

transmettre des données correspondant à au moins l'un de la position, du cap, de la route et de la vitesse de l'aéronef à un processeur ;

afficher des indices visuels correspondant à au moins l'un de la position, du cap, de la route et de la vitesse de l'aéronef sur la carte géo-référencée ;

en particulier définir une zone de circonscription qui a une relation positionnelle fixe avec l'aéronef ;

déterminer si une caractéristique géographique d'intérêt est au moins partiellement située à l'intérieur d'une ou de la zone de circonscription ; et

à la détermination qu'une caractéristique géographique d'intérêt est au moins partiellement située à l'intérieur d'une zone de circonscription, fournir une notification visible à l'opérateur.

Selon d'autres caractéristiques du procédé pour prévenir un opérateur qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une caractéristique géographique d'intérêt, selon l'invention :

- la notification visible comprend un changement de l'affichage d'une caractéristique géographique de la carte géo-référencée ;

- la notification visible comprend une identification d'une caractéristique géographique correspondant à la zone de circonscription ;

- il comprend en outre l'étape consistant à fournir une notification audible à l'opérateur lorsqu'une caractéristique géographique d'intérêt est au moins partiellement située à l'intérieur d'une zone de circonscription ;

- la définition d'une zone de circonscription fournit une zone de circonscription qui englobe l'aéronef et une zone entourant l'aéronef ;

- la définition d'une zone de circonscription fournit une zone de circonscription qui entoure l'aéronef.

Brève description des figures

La figure 1 est un schéma de principe illustrant les composants d'un mode de réalisation préféré du système de surveillance de la manœuvre au sol d'un aéronef selon l'invention ;

La figure 2 est une représentation d'une carte d'aéroport classique, indiquant le positionnement des pistes de décollage ou d'atterrissage, les voies de circulation, les terminaux et d'autres caractéristiques géographiques ;

La figure 3 est la carte d'aéroport de la figure 2, représentant la position d'un aéronef au cours d'une opération de circulation et une zone de circonscription selon un aspect de la présente invention ;

La figure 4 est la carte d'aéroport de la figure 3, dans lequel une partie de l'aéronef est entrée dans la zone de circonscription ;

La figure 5 est un organigramme illustrant des caractéristiques d'un procédé de surveillance d'incursions sur piste potentielles avec la zone de circonscription de la figure 3 selon un aspect de la présente invention ;

La figure 6A est la carte d'aéroport de la figure 2, représentant la position d'un aéronef au cours d'une opération de circulation et une zone de circonscription selon un autre aspect de la présente invention ;

La figure 6B est la carte d'aéroport de la figure 2, représentant l'aéronef de la figure 6A à un emplacement différent ;

La figure 7 est un organigramme illustrant des caractéristiques d'un procédé de surveillance d'incursions sur piste potentielles en utilisant la zone de circonscription des figures 6A-6B selon un autre aspect de la présente invention ;

La figure 8 est un organigramme illustrant des caractéristiques d'un procédé consistant à fournir une notification si un aéronef essaye de décoller de la mauvaise piste selon un autre aspect de la présente invention ; et

La figure 9 est un organigramme illustrant des caractéristiques d'un procédé consistant à fournir une notification de la piste appropriée à un opérateur d'un aéronef.

Description détaillée de l'invention

Bien que la présente invention soit susceptible d'être réalisée sous de nombreuses formes différentes, il est représenté sur les dessins et il va être décrit ci-après en détail plusieurs modes de réalisation préférés, sachant que la présente divulgation doit être considérée comme une description à titre exemplaire des principes de l'invention et qu'elle n'est pas destinée à limiter l'invention aux modes de réalisation ainsi illustrés.

Bien que le terme « pilote » soit utilisé par souci de simplicité, il faut bien comprendre que, dans le contexte de l'invention, « pilote » fait référence à n'importe quel membre d'équipage d'un aéronef capable de recevoir des notifications concernant l'état de l'aéronef. De même, le terme « opérateur » fait référence à n'importe quel utilisateur d'un système de surveillance constitué selon un aspect de la présente invention.

En référence à la figure 1, un mode de réalisation d'un système de surveillance de manœuvre au sol d'un aéronef 20 est représenté. Le système de surveillance comprend généralement une base de données 30, un processeur 40, un système de positionnement 50, une unité d'affichage 60, un moyen d'entrée 70 et un avertisseur audible 80. Certains ou tous les composants du système de surveillance 20 peuvent être inclus dans des systèmes informatiques existants précédemment installés sur un aéronef et intégrés aux systèmes d'avionique de l'aéronef, comme l'Application Server Unit (ASU) d'Universal Avionics Systems Corporation (« Universal Avionics »). En variante, le système de surveillance 20 peut comprendre une unité autonome, comme une unité de sac de vol électronique (EFB), qui est entièrement portable, mais est capable d'obtenir des données d'avionique du système de gestion de vol (FMS) de l'aéronef.

La base de données 30 comprend un composant de stockage de données informatiques classique, comme une mémoire vive électronique (RAM), un CD-ROM, un lecteur de disque dur ou un élément similaire. La base de données 30 est utilisée pour mémoriser des données cartographiques de cartes d'aéroport électroniques, comme celles fournies dans le programme logiciel JeppView de Jeppesen. Une carte d'aéroport électronique classique 100 est représenté sur la

figure 2, et comprend au moins une piste 121, une voie de circulation 122, et un terminal 123, parmi d'autres caractéristiques géographiques. Les cartes d'aéroport électroniques contenues dans la base de données 30 sont de préférence géo-référencées, comme cela a été précédemment décrit. La base de données 30 comprend en outre des données identifiant une ou plusieurs zones de circonscription 124 associées à chaque carte d'aéroport 100, qui sont décrites en détail ci-après en référence aux figures 3 et 4.

Le processeur 40 comprend un composant de traitement informatique classique capable d'effectuer des opérations mathématiques et de manipuler des données, comme la série de processeurs Pentium® d'Intel, Inc.

Le système de positionnement 50 comprend de préférence un système de gestion de vol (FMS) classique, qui utilise des données du système de positionnement global (GPS) et du système de référence inertiel (SRI), pour déterminer instantanément l'emplacement (latitude et longitude), le cap, la route et la vitesse de l'aéronef. De tels systèmes de gestion de vol sont bien connus dans l'état de la technique. Le système de positionnement 50 peut également comprendre n'importe quel autre système connu dans l'état de la technique pour déterminer la position, le cap, la route et la vitesse d'un aéronef, et peut en outre utiliser un système d'augmentation, comme un système d'augmentation de zone large (WAAS) pour déterminer la position de l'aéronef avec une précision accrue.

L'unité d'affichage 60 comprend de préférence un écran d'affichage informatique classique, comme un écran à tube cathodique (CRT) ou un écran d'affichage à cristaux liquides (LCD). Des exemples d'unités d'affichage qui sont bien adaptées à une utilisation dans le système de surveillance 20 comprennent des unités d'affichage montées sur panneau, comme l'unité d'affichage à écran plat diagonal EFI-890R d'Universal Avionics, et des unités d'affichage autonomes portables comme l'UCDT, également d'Universal Avionics.

Le moyen d'entrée 70 peut comprendre n'importe quel périphérique d'entrée informatique classique, comme un clavier, une souris, une unité de reconnaissance vocale, un écran tactile, ou n'importe quelle combinaison de ce qui précède.

Un avertisseur audible 80 peut comprendre n'importe quel moyen classique pour fournir une notification ou un avertissement audible, y compris un haut-parleur, une cloche, un vibreur, un klaxon ou un autre dispositif de production de son. La notification fournie par l'avertisseur audible 80 peut prendre la forme de n'importe quel son d'alarme classique, ou en variante peut produire un avertissement par une voix de synthèse. Dans ce dernier cas, la notification peut comprendre une identification d'une caractéristique située à l'intérieur de la zone de circonscription de laquelle l'aéronef s'approche, par exemple « APPROCHE DE LA PISTE 27 ».

Selon un mode de réalisation de la présente invention, le fonctionnement du système de surveillance 20 est illustré en référence aux figures 3, 4 et 5. Comme cela est représenté sur la figure 5, le système de surveillance 20 extrait d'abord la carte d'aéroport géo-référencée pertinente de la base de données 30, avec des données qui identifient l'emplacement d'une ou plusieurs zones de circonscription 124 sur la carte 100. La carte d'aéroport géo-référencée 100 est ensuite affichée sur l'unité d'affichage 60, avec une représentation illustrative de l'aéroport 120 identifiant l'emplacement de l'aéronef 120 par rapport à d'autres caractéristiques géographiques.

Sur la figure 3, une représentation illustrative de l'aéronef 120 est indiquée sur la carte d'aéroport géo-référencée 100, comme étant situé sur la voie de circulation 122, en se dirigeant vers la piste d'aéroport 121 (désignée sur la carte d'aéroport 100 en tant que Piste 8L). L'aéronef 120 est représenté à une échelle beaucoup plus grande que la piste 121 et la voie de circulation 122, pour permettre au pilote de mieux déterminer la position de l'aéronef 120 (qui en réalité est plus petit que la largeur de l'une ou de l'autre) par rapport aux diverses caractéristiques géographiques de l'aéroport, comme la piste 121 et la voie de circulation 122.

Puisque la base de données 30 contient des données de carte d'aéroport géo-référencée, les données d'aéroport et les données de position d'aéronef utilisent forcément le même référentiel (par exemple, WGS 84). Les données d'aéroport et les données de position d'aéronef sont traitées par le processeur 40

pour créer une présentation graphique géo-référencée de la carte d'aéroport 100. Il est souhaitable de surveiller continuellement l'intégrité de l'affichage graphique pour s'assurer que l'aéroport, comprenant les pistes 121, et l'aéronef 120, soient affichés avec précision à l'emplacement géo-référencé correct et dans l'orientation correcte l'un par rapport à l'autre.

Comme cela est représenté sur la figure 5, le processeur 40 est de préférence programmé pour surveiller et identifier des erreurs ou des incohérences entre les données source (comprenant les données de caractéristiques géographiques d'aéroport mémorisées dans la base de données 30 et des données de position et d'orientation dynamique de l'aéronef obtenues du système de positionnement 50) et la présentation graphique de ces données sur l'unité d'affichage 60. Avant qu'un élément graphique (par exemple, la piste 121 ou l'aéronef 120) ne soit présenté sur l'écran d'affichage, l'algorithme vérifie que l'emplacement et l'orientation de l'élément ont été correctement calculés, et que l'élément a été tracé à l'emplacement correct et dans la bonne orientation sur l'écran d'affichage par rapport aux autres éléments. Une telle fonctionnalité de surveillance est fournie dans les produits susmentionnés Universal Cockpit Display et Application Server Unit disponibles auprès d'Universal Avionics.

Des erreurs ou des incohérences entre la position des éléments graphiques tracée sur l'écran d'affichage et la position réelle de ces éléments identifiée à partir des données source sous-jacentes peuvent potentiellement découler par exemple d'erreurs dans les données de sources sous-jacentes proprement dites (par exemple, la base de données identifie la position d'une piste 121 au mauvais emplacement) ou d'une incompatibilité entre le logiciel graphique utilisé pour tracer les éléments et le matériel de l'unité d'affichage. Si le processeur 40 identifie de telles erreurs, une notification est de préférence fournie au pilote.

Par exemple, si les données de carte d'aéroport ne peuvent pas être correctement calculées par le processeur 40, la carte d'aéroport 100 n'est pas affichée sur l'unité d'affichage 60, et la notification peut comprendre un message d'erreur affiché sur l'écran de l'unité d'affichage. Si une erreur est détectée en association avec l'affichage d'un élément graphique unique, comme la position de

la piste 121, la notification peut comprendre l'affichage de cet élément graphique sur l'unité d'affichage 60 dans une autre couleur (par exemple, en jaune), pour prévenir le pilote de l'erreur potentielle entre la position affichée de l'aéronef 120 et celle de l'élément graphique affiché.

La figure 3 représente également une zone de circonscription 124, qui peut également être affichée sur la carte d'aéroport 100, si cela est souhaité, bien que l'invention n'exige pas qu'une représentation illustrative de la zone de circonscription 124 proprement dite soit affichée. La zone de circonscription 124 peut comprendre une zone fixe entourant une piste 121 ou une autre caractéristique géographique souhaitée, et elle est délimitée par une frontière 125. Dans l'exemple représenté, la zone de circonscription 124 comprend une zone rectangulaire qui s'étend d'une distance spécifiée (par exemple, 100 mètres) au-delà des frontières d'extrémité et latérales de la piste 121. En variante, la zone de circonscription 124 peut comprendre n'importe quelle autre zone fixe souhaitée. Par exemple, des zones de circonscription individuelles 124 plus petites peuvent être situées à chaque intersection entre une piste 121 et une voie de circulation 122, ou une zone de circonscription 124 peut s'étendre le long de parties ou de l'intégralité d'une piste 121 et d'une voie de circulation 122.

Bien entendu, chaque zone de circonscription 124 n'est pas nécessairement limitée à une configuration rectangulaire, et elle peut prendre n'importe quelle taille ou forme souhaitée, en fonction de la caractéristique géographique spécifique pour laquelle une notification est souhaitée, comme une zone de travaux ou une zone militaire, pour n'en citer que quelques-unes.

En variante, la configuration de la zone de circonscription 124 peut varier en fonction de diverses informations opérationnelles de l'aéronef comme la vitesse instantanée de l'aéronef 120. Cela permet au système de surveillance 20 de fournir une notification d'une incursion sur piste potentielle au moins un certain temps avant que l'aéronef 120 n'atteigne la piste 121 à sa vitesse actuelle. Dans un tel système, la taille de la zone de circonscription 124 augmente ou diminue respectivement avec l'augmentation ou la diminution de la vitesse de l'aéronef 120 pour garantir que la notification soit fournie au pilote en laissant un temps

suffisant pour changer de cap ou pour arrêter l'aéronef 120 afin d'éviter une incursion sur piste, si nécessaire. Une telle configuration peut comprendre une zone rectangulaire qui s'étend au-delà des frontières de la piste 121 d'une distance égale à v * t, où v est la vitesse instantanée de l'aéronef 120 et t est le temps souhaité qu'il faudrait à l'aéronef 120 pour atteindre l'entrée de la piste 121 à cette vitesse. Par exemple, si le temps souhaité est de 15 secondes et l'aéronef 120 circule à une vitesse de 15 nœuds (15 m/s), le processeur 40 calcule que la zone de circonscription 124 à cet instant s'étend de 450 m au-delà des frontières de la piste 121. Au fur et à mesure que le processeur 40 continue de recevoir des données de vitesse instantanée du système de positionnement 50, la taille de la zone de circonscription 124 augmente ou diminue en fonction de l'augmentation et de la diminution de la vitesse de l'aéronef 120.

Dans un autre mode de réalisation en variante, la zone de circonscription 124 peut varier en fonction d'informations opérationnelles comme la vitesse de l'aéronef 120, comme cela a été décrit ci-dessus, par rapport à une deuxième zone, plus petite, qui s'étend au-delà des frontières de la piste 121 proprement dite. Ce mode de réalisation garantit que, même si l'aéronef se déplace très lentement, le pilote reçoive une notification à une certaine distance avant d'entrer sur la piste. Dans un tel mode de réalisation, à tout instant donné, la zone de circonscription 124 s'étend au-delà des frontières de la piste 121 d'une distance égale à x + (v * t), où x est égal à la distance minimale de la piste à laquelle une notification est fournie. Bien entendu, diverses modifications du procédé de détermination de la taille de la zone de circonscription peuvent être apportées pour permettre la détermination d'une zone de circonscription ayant n'importe quelle forme souhaitée non rectangulaire sur la base en totalité ou en partie de la vitesse de l'aéronef.

Dans un autre mode de réalisation en variante représenté sur les figures 6A-6B, et décrit en détail ci-après, une zone de circonscription généralement circulaire 224 est générée et centrée sur l'aéronef 120. La zone de circonscription 224 n'est pas limitée à une forme circulaire et elle peut être définie par d'autres formes comme des ovales, des rectangles et des formes similaires. En outre,

l'emplacement de la zone de circonscription 224 par rapport à l'aéronef 120 peut être agencé de manières alternatives, y compris par exemple en étant centré sur l'avant de l'aéronef 120, en englobant uniquement une partie de l'aéronef 120, comme les ailes et une zone à l'avant de l'aéronef 120, et des éléments similaires. Certains types de véhicules peuvent avoir des zones de circonscription avec des tailles et des géométries prédéterminées. Par exemple, un hélicoptère ou un véhicule terrestre a généralement, au moins initialement, une zone de circonscription circulaire puisque ces types de véhicules peuvent se déplacer dans diverses directions radiales. La zone de circonscription pour un aéronef, bien que comprenant au moins tout le corps de l'aéronef, peut en outre nécessiter de l'espace supplémentaire à l'avant de l'aéronef puisqu'il s'agit de la direction typique de déplacement.

En référence aux figures 3 et 4, au fur et à mesure que l'aéronef 120 s'approche de la piste 121, le système de positionnement 50 surveille continuellement la position instantanée, le cap, la route et/ou la vitesse (horizontale et/ou verticale) de l'aéronef 120, et communique ces données au processeur 40. Sur la base des données de position, de cap, de route et/ou de vitesse, le processeur 40 évalue continuellement si l'aéronef 120 est entré dans la zone de circonscription 124. Selon la méthode souhaitée de détermination de la taille de la zone de circonscription (comme cela a été abordé ci-dessus), toute combinaison des données de position, de cap, de route et/ou de vitesse peut être utilisée par le processeur 40 pour déterminer si l'aéronef 120 est entré dans une zone de circonscription 124. Avant l'entrée de l'aéronef 120 dans la zone de circonscription 124, le système de surveillance 20 peut être considéré comme étant en « mode de veille », dans lequel le système de surveillance 20 surveille continuellement la position de l'aéronef 120 par rapport à la zone de circonscription 124 mais ne doit pas encore générer de notification au pilote.

Lorsque, comme cela est représenté sur la figure 4, l'aéronef 120 a atteint la frontière 125 de la zone de circonscription 124, le processeur 40 initie un signal de notification à l'unité d'affichage 60, pour fournir une notification visible au pilote que l'aéronef 120 est entré dans la zone de circonscription 124. A ce stade,

le système de surveillance 20 est passé dans un « mode d'alerte », dans lequel le système de surveillance 20 continue de fournir une notification visible à l'unité d'affichage 60, jusqu'à ce que l'aéronef 120 sorte de la zone de circonscription 124, en remettant de ce fait le système en mode de veille, ou jusqu'à ce que le pilote désactive la notification visible comme cela est décrit ci-après.

La notification visible peut se composer d'un changement de la manière dont la piste 121 est affichée sur la carte d'aéroport géo-référencée 100, par exemple en changeant la couleur de la piste 121 en une couleur différente de celle des autres caractéristiques représentées sur la carte d'aéroport 100 (par exemple, du noir au rouge), en provoquant un clignotement de la piste 121, ou par une combinaison des deux. En variante, ou en complément du changement de l'affichage de la piste 121, la notification visible peut comprendre d'autres changements de l'affichage de la carte d'aéroport 100, comme changer la couleur de l'arrière-plan de la carte, amener un avertissement textuel 130 identifiant la caractéristique géographique associée à la zone de circonscription spécifique 124 (par exemple, « APPROCHE DE PISTE 8L ») à apparaître et/ou à clignoter dans une certaine partie de l'unité d'affichage 60, changer la couleur de l'aéronef 120, amener l'aéronef 120 à clignoter, ou par une combinaison d'une partie ou de l'intégralité de ce qui précède.

En plus de la génération d'une notification visible, au passage dans le « mode d'alerte », le système de surveillance 20 peut également initier un signal de notification à l'avertisseur audible 80 pour générer une notification audible au pilote, comme cela a été décrit ci-dessus.

Après le passage du système de surveillance 20 dans le « mode d'alerte », le pilote de l'aéronef 120 peut être autorisé à désactiver les notifications visibles et/ou audibles, par le biais d'un moyen d'entrée 70. Une telle caractéristique est particulièrement souhaitable dans le cas où le système de surveillance 20 comprend une notification audible répétée ou continue, qui n'est plus nécessaire une fois que le pilote a été notifié que l'aéronef 120 est en train de s'approcher de la piste 121. Lorsque le moyen d'entrée 70 comprend un écran tactile, comme l'UCDT d'Universal Avionics, un emplacement peut être prévu sur l'écran tactile

qui désactive les notifications visibles et/ou audibles lorsqu'il est touché. En variante, lorsque le moyen d'entrée 70 comprend un clavier, n'importe quelle frappe de touche souhaitée (par exemple, la barre d'espace, la touche d'échappement, etc.) ou n'importe quelle combinaison de frappes de touche peut désactiver les notifications visibles et/ou audibles. Cette caractéristique peut être configurée de sorte que le pilote puisse désactiver la notification audible, mais pas la notification visible, ou vice versa.

De préférence, lorsqu'un pilote désactive les notifications visibles et/ou audibles, ces notifications sont désactivées uniquement en ce qui concerne la zone de circonscription 124 dans laquelle l'aéronef 120 se trouve actuellement. Dans ce cas, le système de surveillance 20 repasse en « mode de veille » à la désactivation des notifications visibles et/ou audibles par le pilote, et fournit à nouveau une notification si l'aéronef 120 sort puis rentre dans la zone de circonscription 124, ou entre dans une zone de circonscription 124 différente identifiée dans la base de données 30. De même, le processeur 40 est programmé de sorte que le système de surveillance 20 repasse dans le « mode de veille » dès que l'aéronef 120 sort de la zone de circonscription 124, et fournit à nouveau une notification si l'aéronef 120 rentre dans la zone de circonscription 124 ou entre dans une zone de circonscription 124 différente.

En référence aux figures 1, 6A, 6B et 7, un système et un procédé de surveillance de la manœuvre au sol d'un aéronef en variante sont divulgués. La description suivante doit également être considérée à la lumière de la discussion concernant le procédé de la figure 5, comprenant certains aspects comme l'extraction des données pertinentes de carte d'aéroport géo-référencée et la surveillance d'incohérences entre les données source et la présentation graphique de ces données qui ont déjà été complètement décrits.

Comme cela est représenté sur les figures 6A-6B, la position actuelle de l'aéronef 120 est affichée sur la carte d'aéroport 100 par rapport à un certain nombre d'éléments géographiques d'intérêt. Les éléments géographiques d'intérêt comprennent une piste de départ souhaitée 121, une voie de circulation 122, d'autres pistes d'aéroport 126, 127, une intersection de pistes 128, une zone

d'atterrissage pour hélicoptères (non représentée) et des éléments similaires. Le processeur 40 obtient des informations concernant la carte d'aéroport 100 et les éléments géographiques d'intérêt spécifiques) la carte d'aéroport 100 de la base de données 30 comme cela a été précédemment décrit. Le processeur 40 obtient en outre des informations concernant la position actuelle, la vitesse actuelle, la route actuelle et/ou le cap actuel de l'aéronef 120 du système de positionnement 50. Le système de positionnement 50 peut fournir d'autres informations au processeur 40, comme la piste de départ 121 sélectionnée par l'opérateur et des paramètres d'aéronef en temps réel parmi lesquels le débit de carburant, les réglages d'accélération, et des éléments similaires.

Sur la base des informations reçues du système de positionnement 50, le processeur 40 définit une zone de circonscription 224 qui englobe l'aéronef 120 et une zone entourant l'aéronef 120. Selon le mode de réalisation représenté, la zone de circonscription 224 comprend d'une zone de circonscription intérieure 225 définie par une première frontière 226 et d'une zone de circonscription extérieure 227 définie par une deuxième frontière 228. De multiples zones de circonscription de tailles différentes ou de formes différentes permettent d'attribuer différents types de notification à différents types d'incursions dans les zones de circonscription.

Selon le mode de réalisation représenté, la zone de circonscription 224 est centrée sur l'aéronef 120, elle s'étend radialement vers l'extérieur à partir de celui-ci, et elle se déplace à l'unisson avec l'aéronef 120. La taille et la forme de la zone de circonscription 224 peuvent dépendre de la vitesse de l'aéronef et/ou du temps/de la distance qu'il faut à l'aéronef 120 pour s'arrêter. En d'autres termes, la zone de circonscription 224 peut s'agrandir lorsque la vitesse augmente et se rétrécir en conséquence lorsque la vitesse diminue. Les zones de circonscription intérieure et extérieure 225, 227 peuvent s'agrandir et se rétrécir uniformément (comme par une variation linéaire), à des taux variables, ou en maintenant une distance constante entre les frontières 226, 228. La configuration exacte dépend nécessairement des paramètres de conception nécessaires pour chaque application.

D'autres facteurs pertinents utilisés par le processeur 40 pour déterminer la taille et la forme de la zone de circonscription 224 peuvent comprendre la présence éventuelle de zones de risques d'incursions de pistes prédéfinies, le type de caractéristiques géographiques présentes, etc. Par exemple, si l'une des caractéristiques géographiques est un autre aéronef 131, le processeur 40 peut utiliser la vitesse de cet aéronef et d'autres paramètres obtenus par le biais des systèmes SDA en mode diffusion (ADS-B) ou d'anti-collision en vol (TCAS) pour modifier la zone de circonscription 224 en conséquence. Si l'autre aéronef 131 se déplace vers l'aéronef 120, le processeur 40 peut augmenter la taille de la zone de circonscription 224 pour donner au pilote du premier aéronef 120 plus de temps pour réagir parce que l'autre aéronef 131 n'utilise pas forcément un système de manœuvre au sol. En revanche, si l'autre aéronef 131 est arrêté ou s'éloigne du premier aéronef 120, aucune modification de la zone de circonscription 224 n'est nécessaire.

Dans un mode de réalisation, si l'aéronef 120 se rapproche d'une caractéristique géographique d'intérêt, par exemple une piste 121, (comme cela est déterminé par le fait que la distance entre la piste 121 et l'aéronef 120 diminue) et la piste ou une autre caractéristique géographique d'intérêt devient au moins partiellement située à l'intérieur de la zone de circonscription 224, une routine de signal de notification est lancée par le processeur 40. Comme cela est représenté sur la figure 7, un signal de notification est transmis à l'unité d'affichage 60 (c'est-à-dire, un écran d'affichage sur une unité ASU) et à l'unité de système de gestion de vol (FMS) de l'aéronef. En variante, l'unité d'affichage 60 et l'unité FMS peuvent interroger régulièrement le processeur 40 pour obtenir des informations de notification et réagir en conséquence. Indépendamment de cela, une notification sous une certaine forme de l'existence d'une situation d'incursion sur piste potentielle (comme cela est représenté sur la figure 6 où au moins une partie de la piste 121 est située à l'intérieur de la zone de circonscription 224) est faite à l'opérateur pour que l'action appropriée puisse être faite.

Dans une notification visuelle envisagée fournie par l'unité d'affichage 60, la piste 121 est mise en surbrillance et clignote à répétition. Un message comme

« ALERTE PISTE » ou similaire est également affiché sur le FMS. Une notification audible peut également être fournie à l'opérateur. Comme cela a été précédemment décrit, l'opérateur peut accuser réception ou désactiver les notifications même si une partie de la piste 121 se trouve toujours à l'intérieur de la zone de circonscription 224. Par exemple, si le pilote a l'intention de décoller de la piste 121 et l'aéronef 120 se trouve sur cette piste, il n'est pas nécessaire de continuer à afficher cette notification au pilote. A la suite de l'accusé de réception ou de la désactivation, le processeur 40 provoque l'arrêt des notifications. La piste 121 représentée sur l'unité d'affichage 60 n'est plus affichée en étant en surbrillance ou en clignotant. En variante, si l'aéronef 120 s'éloigne de la piste 121 (comme cela est représenté sur la figure 6B) ou s'il se déplace parallèlement à celle-ci, par exemple en circulant sur une voie de circulation 129 parallèle à la piste 121, le processeur 40 peut également provoquer l'arrêt des notifications. Après l'accusé de réception ou la désactivation de la notification, par l'opérateur ou par le processeur 40, le système de surveillance 20 fonctionne à nouveau dans un mode de veille et continue à surveiller la zone de circonscription 224. Par la suite, si une caractéristique géographique d'intérêt, y compris la même piste 121, devient au moins partiellement située à l'intérieur de la zone de circonscription 224, une nouvelle notification est fournie à l'opérateur.

En référence aux figures 1, 6A, 6B et 8, un procédé alternatif de fonctionnement d'un système de surveillance de la manœuvre au sol d'un aéronef est divulgué. Dans ce mode de réalisation, le système de surveillance 20 suit, par le biais du système de positionnement 50, et affiche, par le biais de l'unité d'affichage 60, la position de l'aéronef 120 par rapport à la carte d'aéroport 100. Le système de positionnement 50 peut comprendre ou être connecté à une unité FMS avec laquelle un opérateur sélectionne une piste de départ 121 prévue. Le processeur 40 obtient cette information de piste et fournit une notification visuelle, par le biais de l'unité d'affichage 60, de la piste de départ 121 prévue. La piste 121 peut être affichée dans une certaine couleur, par exemple le vert, ou elle peut être indiquée par d'autres manières facilement discernables.

Selon un aspect de ce mode de réalisation, le processeur 40 reçoit également des paramètres d'aéronef en temps réel comprenant des informations relatives au décollage comme le débit de carburant et des réglages d'accélération pour l'aéronef 120. Si l'aéronef se trouve sur une piste, par exemple la piste 127, qui n'est pas la piste de départ prévue, par exemple la piste 121, et si un ou plusieurs des paramètres d'aéronef indiquent que l'aéronef 120 est en mode de décollage (par exemple, un débit de carburant supérieur ou égal à la quantité de carburant nécessaire pour atteindre des vitesses de décollage ou d'autres paramètres de performance de moteur), un message d'avertissement est généré et présenté à l'opérateur. Dans ce scénario, par exemple, la piste incorrecte 27 serait mise en surbrillance, affichée en rouge, et clignoterait pour avertir le pilote. L'unité de système de gestion de vol peut également afficher un message d'avertissement approprié ou un autre type de notification.

Selon un autre aspect de ce mode de réalisation, représenté sur la figure 9, la piste de départ sélectionnée 121 est mise en surbrillance et affichée en vert sur l'unité d'affichage 60. Si l'aéronef 120 se rapproche de la piste de départ 121, c'est-à-dire que la distance entre l'aéronef 120 et la piste 121 diminue, et une partie de la piste 121 est située à l'intérieur de la zone de circonscription extérieure 227, la piste 121 clignote pour indiquer que l'aéronef 120 est à proximité de la piste de départ 121 sélectionnée.

Bien que les modes de réalisation de l'invention décrits concernent un système pour alerter un pilote d'incursions sur piste potentielles au cours d'opérations de circulation dans un aéroport, les principes de l'invention peuvent être également appliqués à des opérations en vol, en utilisant une approche géo-référencée et/ou des cartes d'approche comme celles fournies par Jeppesen. Par exemple, la caractéristique géographique pour laquelle une notification d'approche est souhaitée peut comprendre une zone d'espace aérien réglementée, et une notification peut être fournie à un pilote lorsque l'aéronef entre dans une zone de circonscription correspondant soit à une distance fixe entourant cet espace aérien, soit à une distance variable sur la base du temps qu'il faut à l'aéronef pour atteindre cet espace aérien, soit à une combinaison de cela.

De plus, bien que les modes de réalisation de l'invention décrits concernent un système de surveillance utilisé en relation avec un aéronef dans l'environnement d'un aéroport, il faut bien comprendre que les principes de l'invention peuvent être facilement appliqués à d'autres véhicules et/ou à d'autres environnements pour lesquels il serait souhaitable de fournir une notification à l'opérateur d'un véhicule indiquant que le véhicule est en train de s'approcher d'une caractéristique géographique particulière ou d'une zone particulière. Les principes de l'invention fonctionnent tout aussi bien dans d'autres environnements de ce type, à condition que le système comprenne une base de données ayant une carte géo-référencée représentant l'environnement dans lequel le véhicule fonctionne et les caractéristiques ou zones géographiques spécifiques d'intérêt, et une unité d'affichage capable d'afficher la carte géo-référencée et la position du véhicule sur celle-ci.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation ci-dessus décrits et représentés, à partir desquels on pourra prévoir d'autres modes et d'autres formes de réalisation, sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Système de surveillance pour prévenir un opérateur qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une caractéristique géographique d'intérêt ; le système comprenant :

une base de données contenant des cartes géo-référencées, dans lequel chaque carte géo-référencée contient des informations relatives à au moins une caractéristique géographique d'intérêt ;

un processeur ;

un système de positionnement configuré pour identifier au moins l'un de la position, du cap, de la route, de l'altitude et de la vitesse de l'aéronef ; et

une unité d'affichage configurée pour afficher la carte d'aéroport géo-référencée et au moins l'une de la position actuelle de l'aéronef et de l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt sur la carte ;

caractérisé en ce que le processeur utilise l'au moins une de l'information relative à la position, au cap, à la route, à l'altitude et à la vitesse de l'aéronef provenant du système de positionnement pour définir une zone de circonscription englobant, en particulier englobant toujours, au moins l'aéronef et une zone entourant l'aéronef, détermine si l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription, et fournit un signal de notification à la détermination que l'au moins une caractéristique géographique se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription.

2. Système de surveillance selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal de notification est transmis à l'unité d'affichage entraînant la présentation d'une notification à l'opérateur.

3. Système de surveillance selon au moins la revendication 1, comprenant en outre un avertisseur audible, caractérisé en ce que le signal de notification est transmis à l'avertisseur entraînant la présentation d'une notification audible à l'opérateur.

4. Système de surveillance selon au moins la revendication 2, caractérisé en ce que la notification visuelle comprend un changement d'affichage de l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt sur la carte géo-référencée.

5. Système de surveillance selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt comprend au moins l'un d'une piste, une zone d'atterrissage pour hélicoptères, un carrefour, une voie de circulation, un autre aéronef et un espace aérien réglementé.

6. Système de surveillance selon au moins la revendication 2, caractérisé en ce que la notification comprend une identification visuelle de l'au moins une caractéristique géographique au moins partiellement contenue dans la zone de circonscription.

7. Système de surveillance selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la zone de circonscription est généralement de forme circulaire et centrée sur l'aéronef.

8. Système de surveillance selon au moins la revendication 2, caractérisé en ce que, à la détermination que l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt est au moins partiellement située à l'intérieur de la zone de circonscription, l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt est mise en surbrillance et clignote sur l'unité d'affichage.

9. Système de surveillance selon au moins la revendication 8, caractérisé en ce que la carte géo-référencée est une carte d'aéroport et l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt comprend au moins l'une d'une piste, une zone d'atterrissage pour hélicoptères, un carrefour, une voie de circulation et un autre aéronef.

10. Système de surveillance selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un moyen d'entrée configuré pour permettre à l'opérateur d'aéronef de désactiver le signal de notification pendant que l'au moins une caractéristique géographique d'intérêt se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription.

11. Système de surveillance selon la revendication 10, caractérisé en ce que, si le signal de notification est désactivé et l'au moins une caractéristique

géographique d'intérêt ne se trouve plus au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription, le processeur est réinitialisé et un nouveau signal de notification est généré si la même caractéristique géographique d'intérêt ou une autre caractéristique géographique d'intérêt devient ensuite au moins partiellement située à l'intérieur de la zone de circonscription.

12. Système de surveillance selon au moins la revendication 2, caractérisé en ce que la notification visuelle cesse lorsque la caractéristique géographique d'intérêt ne se trouve plus au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription.

13. Système de surveillance selon au moins la revendication 2, caractérisé en ce que la notification cesse lorsque l'aéronef se déplace parallèlement à la caractéristique géographique d'intérêt sur au moins l'une d'une distance prédéterminée et d'une durée prédéterminée.

14. Système de surveillance selon au moins la revendication 1, caractérisé en ce que la zone de circonscription se compose d'une zone de circonscription intérieure englobant au moins l'aéronef et une zone de circonscription extérieure englobant au moins l'aéronef et la zone de circonscription intérieure.

15. Système de surveillance pour prévenir un opérateur qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une zone géographique d'intérêt, le système comprenant :

une base de données comprenant des données de carte d'aéroport géo-référencée, dans lequel les données de carte d'aéroport comprennent des informations sur les pistes d'une pluralité d'aéroports ;

un processeur ;

un système de positionnement configuré pour identifier au moins l'un de la position, du cap, de la route, de l'altitude et de la vitesse de l'aéronef ; et

caractérisé en ce que le processeur définit une zone de circonscription englobant, en particulier englobant toujours, l'aéronef ; et en ce que la taille de la zone de circonscription dépend de la vitesse de l'aéronef.

16. Système de surveillance selon la revendication 15, caractérisé en ce que le processeur détermine en outre si une piste est au moins partiellement située

à l'intérieur de la zone de circonscription et si la distance de l'aéronef à la piste diminue.

17. Système de surveillance selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'un message de notification est généré si la piste se trouve au moins partiellement à l'intérieur de la zone de circonscription et la distance entre l'aéronef et la piste diminue.

18. Système de surveillance selon la revendication 17, comprenant en outre une unité d'affichage ; caractérisé en ce que le message de notification est transmis à l'unité d'affichage, entraînant l'affichage d'une notification visuelle sur l'unité d'affichage.

19. Système de surveillance selon la revendication 18, caractérisé en ce que la notification visuelle comprend un changement de l'affichage de la piste sur la carte géo-référencée.

20. Système de surveillance selon la revendication 15, caractérisé en ce que des informations de piste de départ sélectionnée par l'opérateur sont reçues par le processeur, et en particulier comprenant en outre une unité d'affichage ; et l'unité d'affichage affiche la piste de départ sélectionnée.

21. Système de surveillance selon au moins la revendication 15, caractérisé en ce que le processeur reçoit des informations sur des paramètres d'aéronef comprenant au moins l'un d'un débit de carburant, de réglages d'accélération, de réglages de puissance de moteur, et de régime de moteur ;

22. Système de surveillance selon au moins la revendication 21, caractérisé en ce que des informations de piste de départ sélectionnée par l'opérateur sont reçues par le processeur, et en particulier le processeur génère un signal de notification unique s'il est déterminé que l'aéronef ne se trouve pas sur la piste de départ sélectionnée et au moins l'un des paramètres d'aéronef indique que l'aéronef est en mode de décollage.

23. Système de surveillance selon la revendication 22, caractérisé en ce que le signal de notification est transmis à l'unité d'affichage, en provoquant une notification visuelle comprenant au moins de l'un du clignotement de l'aéronef et du clignotement de la piste actuelle.

24. Procédé destiné à prévenir un opérateur qu'un aéronef est en train de s'approcher d'une caractéristique géographique d'intérêt, le procédé comprenant les étapes consistant à :

extraire une carte géo-référencée et des données de zone de circonscription d'une base de données ;

afficher la carte géo-référencée sur une unité d'affichage ;

déterminer au moins l'un de la position, du cap, de la route et de la vitesse de l'aéronef ;

transmettre des données correspondant à au moins l'un de la position, du cap, de la route et de la vitesse de l'aéronef à un processeur ;

afficher des indices visuels correspondant à au moins l'un de la position, du cap, de la route et de la vitesse de l'aéronef sur la carte géo-référencée ;

en particulier définir une zone de circonscription qui a une relation positionnelle fixe avec l'aéronef ;

déterminer si une caractéristique géographique d'intérêt est au moins partiellement située à l'intérieur d'une ou de la zone de circonscription ; et

à la détermination qu'une caractéristique géographique d'intérêt est au moins partiellement située à l'intérieur d'une zone de circonscription, fournir une notification visible à l'opérateur.

25. Procédé selon la revendication 24, caractérisé en ce que la notification visible comprend un changement de l'affichage d'une caractéristique géographique de la carte géo-référencée.

26. Procédé selon au moins la revendication 25, caractérisé en ce que la notification visible comprend une identification d'une caractéristique géographique correspondant à la zone de circonscription.

27. Procédé selon au moins la revendication 24, caractérisé en ce qu'il comprend en outre l'étape consistant à fournir une notification audible à l'opérateur lorsqu'une caractéristique géographique d'intérêt est au moins partiellement située à l'intérieur d'une zone de circonscription.

28. Procédé selon au moins la revendication 24, caractérisé en ce que la définition d'une zone de circonscription fournit une zone de circonscription qui englobe l'aéronef et une zone entourant l'aéronef.

29. Procédé selon au moins la revendication 24, caractérisé en ce que la définition d'une zone de circonscription fournit une zone de circonscription qui entoure l'aéronef.

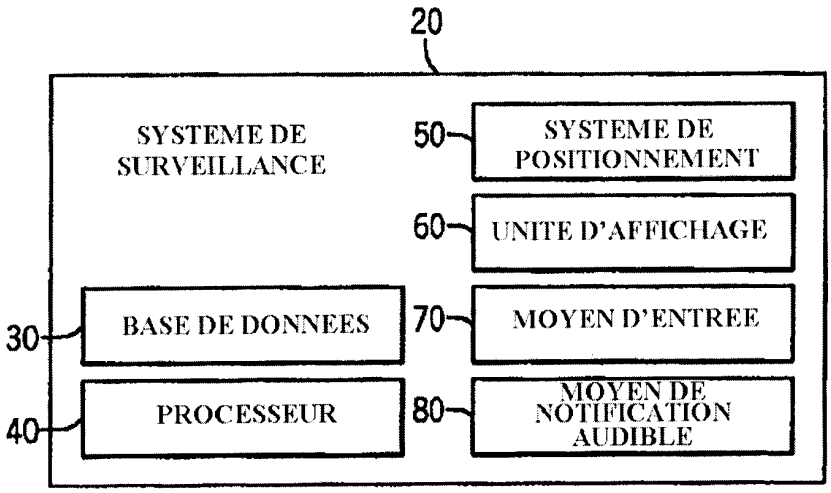

20
SYSTEME DE SURVEILLANCE
50
SYSTEME DE POSITIONNEMENT
60
UNITE D'AFFICHAGE
30
BASE DE DONNEES
70
MOYEN D'ENTREE
40
PROCESSEUR
80
MOYEN DE NOTIFICATION AUDIBLE

FIG. 1

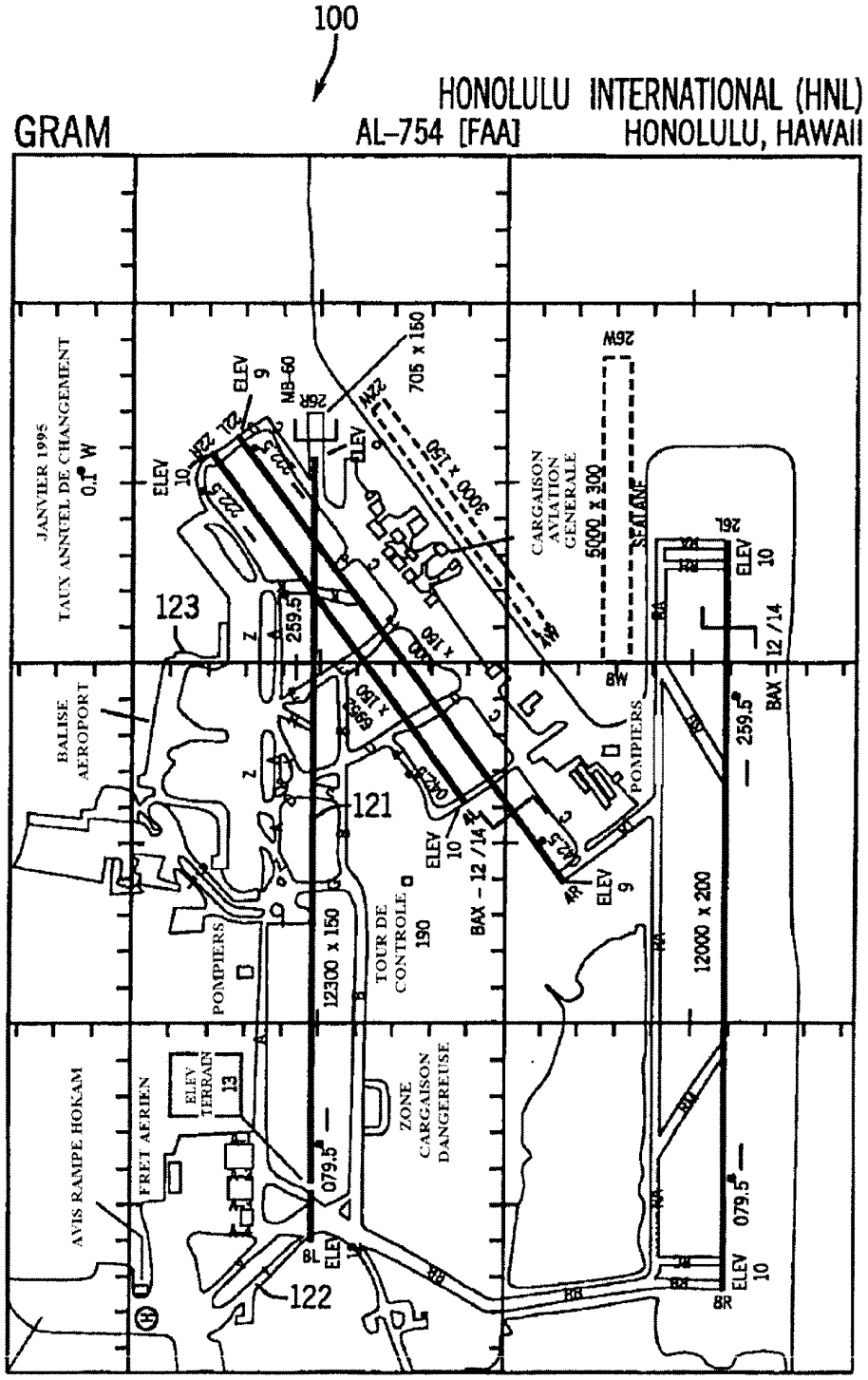

100
GRAM
HONOLULU INTERNATIONAL (HNL)
AL-754 [FAA]
HONOLULU, HAWAII
JANVIER 1995
TAUX ANNUEL DE CHANGEMENT
0.1° W
BALISE AEROPORT
AVIS RAMPE HOKAM
FRET AERIEN
ELEV TERRAE 13
POMPIERS
TOUR DE CONTROLE 190
ZONE CARGAISON DANGEREUSE
CARGAISON AVIATION GENERALE
5000 x 300
12300 x 150
12000 x 200
705 x 150
3000 x 150
BAX - 12 /14
123
122
121
ELEV 9
ELEV 10
259.5
079.5

FIG. 2

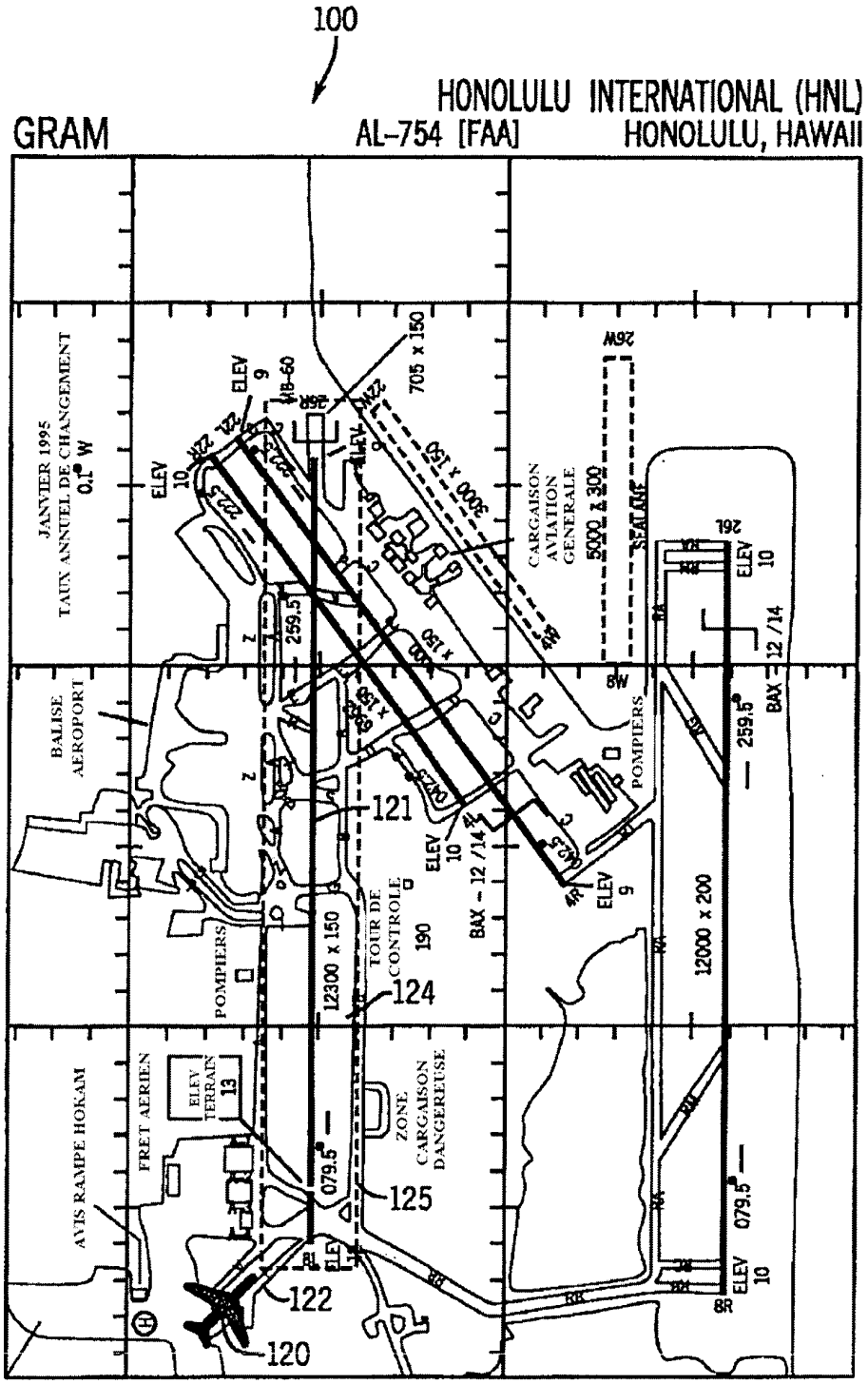

100
HONOLULU INTERNATIONAL (HNL)
GRAM
AL-754 [FAA]
HONOLULU, HAWAII
JANVIER 1995
TAUX ANNUEL DE CHANGEMENT
0.1° W
BALISE AEROPORT
AVIS RAMPE HOKAM
FRET AERIEN
ELEV TERRAIN 13
POMPIERS
TOUR DE CONTROLE
190
ZONE CARGAISON DANGEREUSE
CARGAISON AVIATION GENERALE
705 x 150
5000 x 300
12300 x 150
12000 x 200
BAX - 12 /14
259.5
079.5
ELEV 9
ELEV 10
120
121
122
124
125

FIG. 3

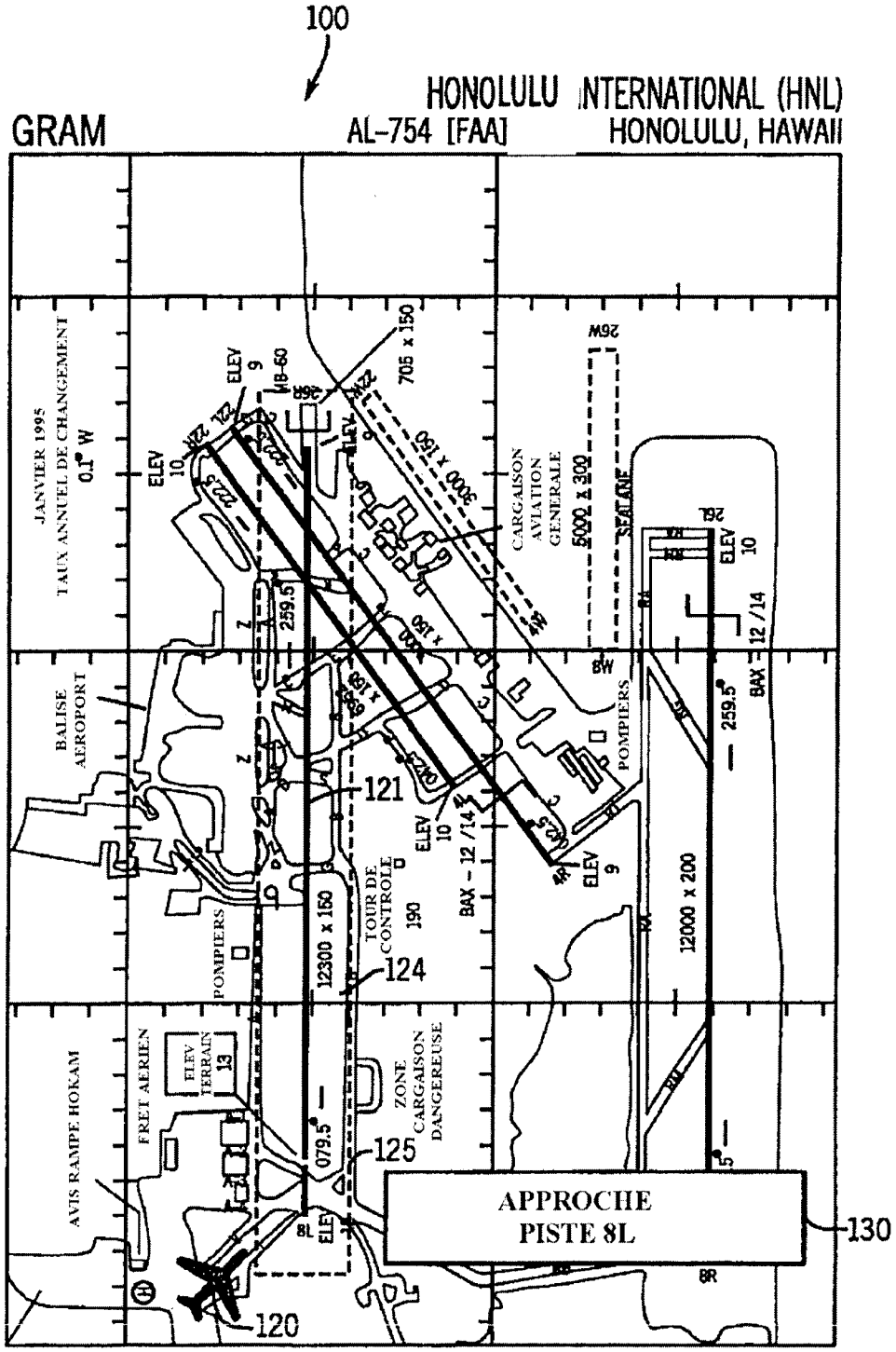

100
HONOLULU INTERNATIONAL (HNL)
GRAM
AL-754 [FAA]
HONOLULU, HAWAII
JANVIER 1995
TAUX ANNUEL DE CHANGEMENT
0.1° W
BALISE AEROPORT
AVIS RAMPE HOKAM
FRET AERIEN
ELEV TERRAIN 13
POMPIERS
TOUR DE CONTROLE
ZONE CARGAISON DANGEREUSE
CARGAISON AVIATION GENERALE
SEALANE
BAX - 12 /14
12300 x 150
12000 x 200
5000 x 300
705 x 150
121
124
125
120
APPROCHE
PISTE 8L
130

FIG. 4

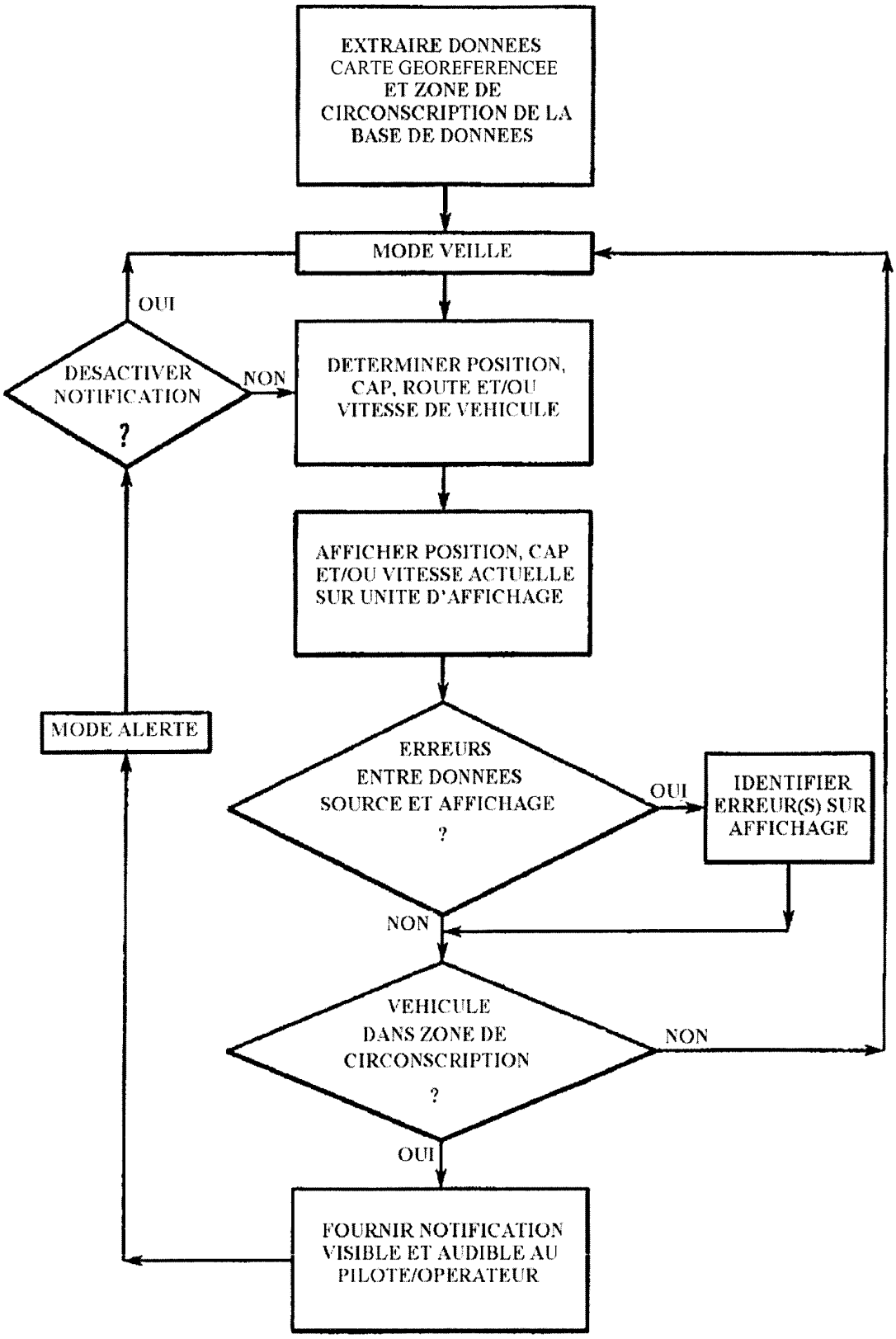

EXTRAIRE DONNEES CARTE GEOREFERENCEE ET ZONE DE CIRCONSCRIPTION DE LA BASE DE DONNEES
MODE VEILLE
OUI
DESACTIVER NOTIFICATION ?
NON
DETERMINER POSITION, CAP, ROUTE ET/OU VITESSE DE VEHICULE
AFFICHER POSITION, CAP ET/OU VITESSE ACTUELLE SUR UNITE D'AFFICHAGE
MODE ALERTE
ERREURS ENTRE DONNEES SOURCE ET AFFICHAGE ?
OUI
IDENTIFIER ERREUR(S) SUR AFFICHAGE
NON
VEHICULE DANS ZONE DE CIRCONSCRIPTION ?
NON
OUI
FOURNIR NOTIFICATION VISIBLE ET AUDIBLE AU PILOTE/OPERATEUR

FIG. 5

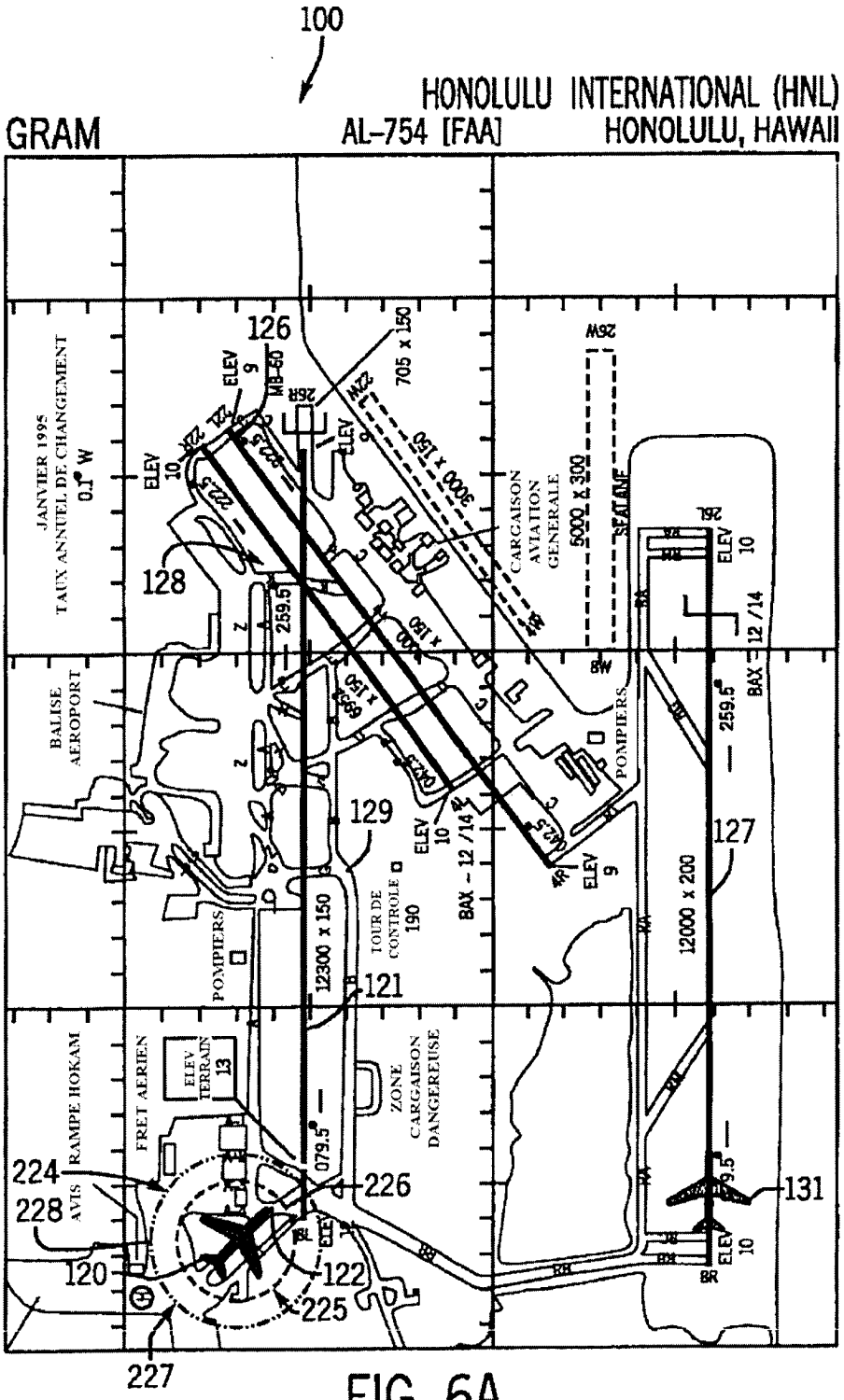

100
HONOLULU INTERNATIONAL (HNL)
GRAM
AL-754 [FAA]
HONOLULU, HAWAII
JANVIER 1995
TAUX ANNUEL DE CHANGEMENT
0.1° W
BALISE AEROPORT
RAMPE HOKAM
AVIS
FRET AERIEN
ELEV TERRAIN 13
POMPIERS
TOUR DE CONTROLE 190
ZONE CARGAISON DANGEREUSE
CARGAISON AVIATION GENERALE
SEAPLANE
BAX - 12 /14
12300 x 150
12000 x 200
705 x 150
5000 x 300
126
128
129
121
127
131
224
228
120
227
226
122
225

FIG. 6A

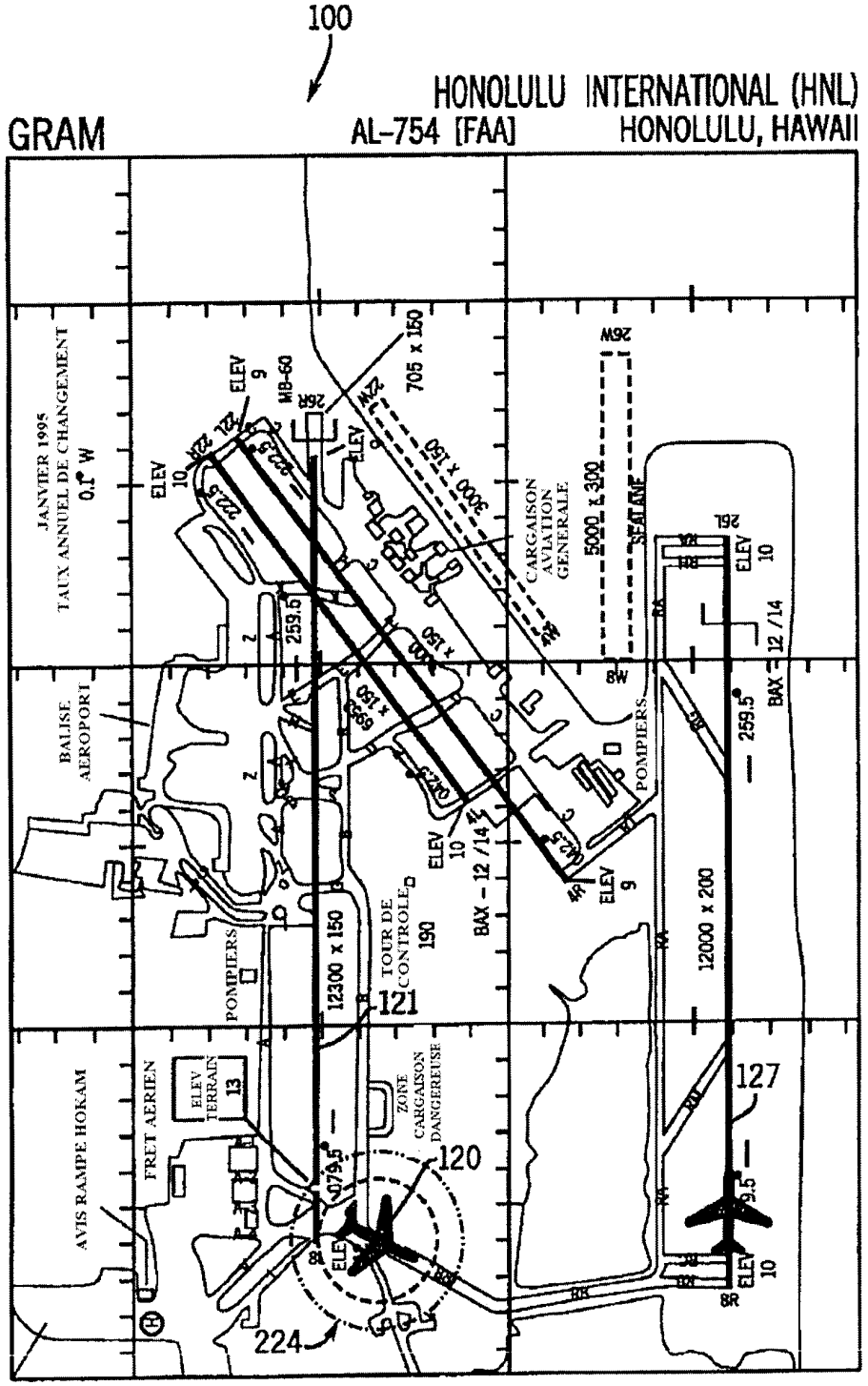

100
HONOLULU INTERNATIONAL (HNL)
GRAM
AL-754 [FAA]
HONOLULU, HAWAII
JANVIER 1995
TAUX ANNUEL DE CHANGEMENT
0.1° W
BALISE AEROPORT
POMPIERS
TOUR DE CONTROLE
CARGAISON AVIATION GENERALE
FRET AERIEN
AVIS RAMPE HOKAM
ELEV TERRAIN
ZONE CARGAISON DANGEREUSE
12300 x 150
12000 x 200
5000 x 300
705 x 150
BAX - 12 /14
121
120
127
224

FIG. 6B

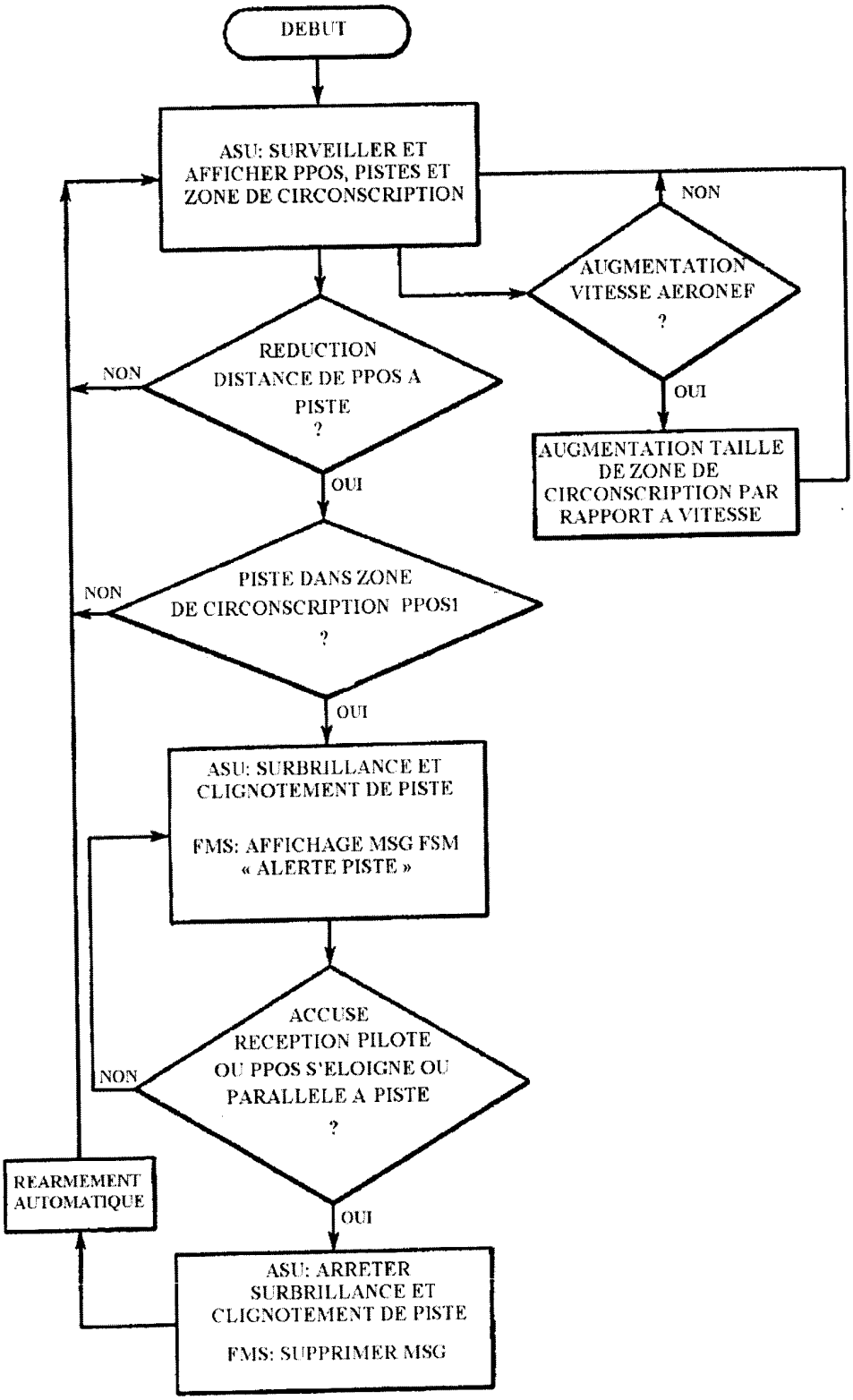

DEBUT
ASU: SURVEILLER ET AFFICHER PPOS, PISTES ET ZONE DE CIRCONSCRIPTION
AUGMENTATION VITESSE AERONEF ?
NON
OUI
AUGMENTATION TAILLE DE ZONE DE CIRCONSCRIPTION PAR RAPPORT A VITESSE
REDUCTION DISTANCE DE PPOS A PISTE ?
NON
OUI
PISTE DANS ZONE DE CIRCONSCRIPTION PPOS1 ?
NON
OUI
ASU: SURBRILLANCE ET CLIGNOTEMENT DE PISTE
FMS: AFFICHAGE MSG FSM « ALERTE PISTE »
ACCUSE RECEPTION PILOTE OU PPOS S'ELOIGNE OU PARALLELE A PISTE ?
NON
OUI
REARMEMENT AUTOMATIQUE
ASU: ARRETER SURBRILLANCE ET CLIGNOTEMENT DE PISTE
FMS: SUPPRIMER MSG

FIG. 7

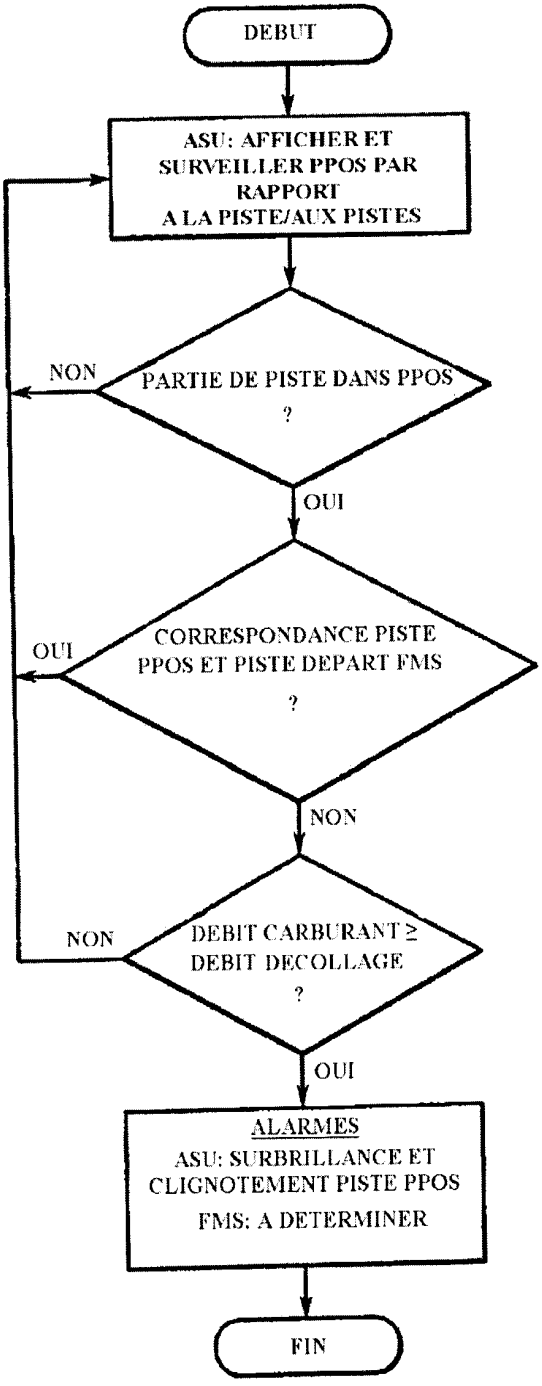

DEBUT
ASU: AFFICHER ET SURVEILLER PPOS PAR RAPPORT A LA PISTE/AUX PISTES
NON
PARTIE DE PISTE DANS PPOS ?
OUI
OUI
CORRESPONDANCE PISTE PPOS ET PISTE DEPART FMS ?
NON
NON
DEBIT CARBURANT ≥ DEBIT DECOLLAGE ?
OUI
ALARMES
ASU: SURBRILLANCE ET CLIGNOTEMENT PISTE PPOS
FMS: A DETERMINER
FIN

FIG. 8

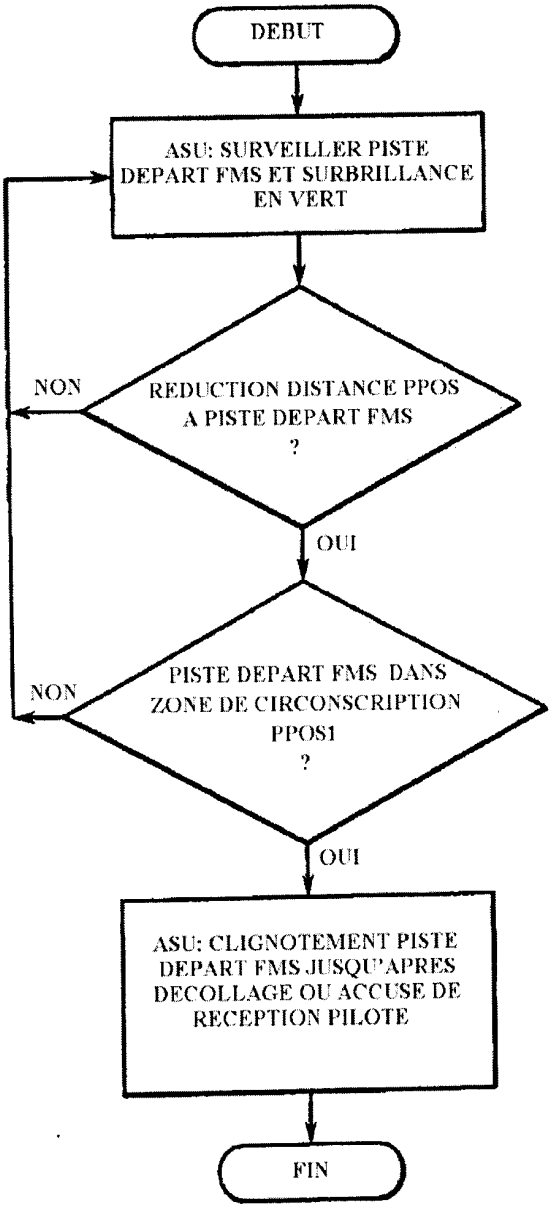

DEBUT
ASU: SURVEILLER PISTE DEPART FMS ET SURBRILLANCE EN VERT
REDUCTION DISTANCE PPOS A PISTE DEPART FMS ?
NON
OUI
PISTE DEPART FMS DANS ZONE DE CIRCONSCRIPTION PPOS1 ?
NON
OUI
ASU: CLIGNOTEMENT PISTE DEPART FMS JUSQU'APRES DECOLLAGE OU ACCUSE DE RECEPTION PILOTE
FIN

FIG. 9