



(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 41741 A1** (51) Cl. internationale : **G01S 5/06; G01S 13/91**

(43) Date de publication :
28.06.2019

(21) N° Dépôt :
41741

(22) Date de Dépôt :
29.12.2017

(71) Demandeur(s) :
Université Mohammed V - Rabat, Avenue des Nations Unies, Agdal, bp 8007 NU, Rabat, 10000 (MA)

(72) Inventeur(s) :
Abou el majd Badr ; El ghazi Hassan

(74) Mandataire :
Kartit Zaid

(54) Titre : **Système d'information MLat pour la surveillance et le suivi du trafic des aéronefs**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un système Multilatération (MLat). Il s'agit d'un système de surveillance basé sur trois ou plusieurs stations au sol placées stratégiquement, les signaux diffusés par ces stations sont par la suite traités par un système d'information géographique utilisant la méthode de positionnement hyperbolique par le calcul de différence de temps (TDOA = Time Difference Of Arrival) sur un repère de trois dimensions. Une des démarches à réaliser dans le cadre de l'intégration de ce nouveau système consistera à réaliser une application intégrable avec le système d'information de MLat pour le suivi du trafic des aéronefs.

**Système d'information MLat pour la surveillance et le suivi du
trafic des aéronefs.**

Abrégé :

[1] La présente invention concerne un système Multilatération (MLat). Il s'agit d'un système de surveillance basé sur trois ou plusieurs stations au sol placées stratégiquement, les signaux diffusés par ces stations sont par la suite traités par un système d'information géographique utilisant la méthode de positionnement hyperbolique par le calcul de différence de temps (TDOA = Time Difference Of Arrival) sur un repère de trois dimensions. Une des démarches à réaliser dans le cadre de l'intégration de ce nouveau système consistera à réaliser une application intégrable avec le système d'information de MLat pour le suivi du trafic des aéronefs.

Domaine Technique

- [2] La présente invention se réfère au domaine de la surveillance et du contrôle aériens.
- [3] L'objet de cette invention concerne une méthode de surveillance au sol qui permet une grande précision par rapport aux systèmes traditionnels tels que les radars.

Art Antérieur :

- [4] Les méthodes de surveillance aérienne sont désignées pour être plus efficaces, sécurisés, et à moindre coût. Une telle désignation manque dans les systèmes traditionnels tels que les radars. En plus, l'accroissement en terme de trafic va accentuer le problème de la surveillance aérienne. Ceci va générer des coûts supplémentaires si les systèmes en place ne sont pas en mesure de s'adapter aux différents aléas.
- [5] Depuis des décennies, le domaine aéroportuaire et en particulier la surveillance du trafic aérien pose un challenge continu pour les aéroports autour du monde. Les systèmes de gestion du trafic aérien doivent satisfaire trois exigences essentielles : sécurité, coût et précision ainsi que l'impact écologique du système.
- [6] Le Radar est parmi les technologies de surveillance les plus utilisées au monde, son rôle est de suivre et guider les aéronefs dans leur espace en vol. Cette technologie a deux types : Le radar primaire PRS (Primary Surveillance Radar) et secondaire SSR (Secondary Surveillance Radar). Au sol, le radar secondaire doit agir en synchronisation avec les impulsions du radar primaire et à bord, l'avion doit être muni d'une antenne de réception et d'un transpondeur.
- [7] Le système est Interrogé sur un mode déterminé, le répondeur IFF de bord (ou transpondeur en aviation civile) répond par une suite d'impulsions HF qui forment un code destiné à être décodé par l'équipement au sol délivrant ainsi l'information désirée. Le SSR émet deux ou trois impulsions pour interroger les aéronefs volant dans le secteur de contrôle aérien. La séparation temporelle entre deux impulsions détermine le mode utilisé et la question posée. Les modes militaires et civils (A, C et S) sont couramment utilisés, alors que les modes B et D sont définis mais non utilisés.

[8] Dans un aéroport, on utilise les radars secondaires pour la surveillance du trafic aérien ; on se limite uniquement à l'espace aérien et l'aérodrome. Quant au sol ; la démarche utilisée est certes classique se basant sur une surveillance par jumelle de la piste ou l'échange d'information entre véhicules circulant sur le sol avec les contrôleurs aériens. En cas de brouillard par exemple, la surveillance devient de plus en plus difficile sur la surface. En plus, l'installation et la maintenance des radars engendrent des coûts élevés. D'où l'intérêt de remplacer les méthodes standards par des techniques plus précis et plus performant et aussi adaptable au contexte locale.

Description des dessins

[9] La figure 1 représente le fonctionnement du système MLat

[10] La figure 2 illustre le principe du TDOA

[11] La figure 3 donne l'architecture du système MLat

Description de l'invention

[12] La solution proposée par la présente invention consiste à remplacer le système classique par le système Multilatération (MLat) qui permet de pallier aux problématiques du système de surveillance basé sur les radars. Ce système de localisation outdoor sera accompagné d'un système d'information géographique afin d'effectuer le suivi en permanence de tous les aéronefs au sein de l'aéroport.

[13] La technique de localisation dans le système MLat est basée sur trois ou plusieurs stations placées au sol stratégiquement, les signaux diffusés par ces stations sont par la suite traités en utilisant la méthode de positionnement hyperbolique par le calcul de différence de temps (TDOA) sur un repère de trois dimensions.

- [14] La figure 1 donne un aperçu sur l'état de fonctionnement du système MLat. Ce schéma représente des stations placées au sol. La première station permet d'interroger l'avion selon le mode précisé, elle envoie des ondes d'interrogation d'une manière périodique puisque c'est une station active ; de plus chaque avion doit être équipé par un transpondeur, ce dernier reçoit le message d'interrogation et envoie une réponse qui contient des données spécifiques sur l'avion interrogée. Les trois autres stations placées au sol (R1, R2, R3) sont des lecteurs dont leur rôle est de récupérer la réponse de l'avion, la zone dans laquelle les trois lecteurs peuvent récupérer les ondes ou bien la réponse envoyée par l'avion est l'intersection de ces trois lecteurs. Dans cette zone, on peut définir et préciser la position exacte de l'avion, les informations récupérées par ces trois stations en intersection (voit figure 2) sont envoyées à un processeur qui permet de faire la différence de temps d'arrivé TDOA et calcule et trace les positions des cibles mobiles avec leurs identifications, qui sont transmis au service du contrôle aérien.
- [15] La multilatération (MLAT) est la technique qui permet la détection de la position d'un mobile à l'aide d'au moins trois récepteurs placés au sol. Il est possible de déterminer l'emplacement d'un aéronef ou un véhicule en soumettant les signaux y provenant à une analyse de la différence entre les temps d'arrivée ou triangulation (TDOA : Time Difference Of Arrival).
- [16] Nous proposons un système d'information doté d'un module de géolocalisation connecté à un système embarqué permettant de déterminer la position (X, Y, Z) d'un avion au sol à partir de la technique de triangulation. Le résultat des calculs de la localisation est acheminé ensuite vers un système d'information géographique SIG afin de pouvoir afficher l'état du trafic en mode graphique. Les informations de positionnement seront utiles aux contrôleurs aériens pour mieux contrôler la

mobilité et l'identification des aéronefs au niveau du sol, et aussi à mieux prendre la bonne décision en cas de problème.

[17] L'architecture du système MLat est composée par les éléments suivants :

(1) le capteur/unité à distance (RU : Remote Unit) qui joue le rôle d'un récepteur, horodateur ainsi qu'un décodeur des réponses des signaux prévenant du transpondeur et les messages ADB-S ;

(2) le processeur qui permet le calcul des positions (2D, 3D), la synchronisation du temps pour les capteurs à distance, la reprogrammation des interrogations, l'envoi des réponses dans différents format et modes ;

(3) Les informations fournies par ce processeur (position, identification, ...) sont envoyées par la suite à l'interface du contrôle du trafic aérien ATC, pour obtenir un affichage de la situation de circulation au sol dans le système d'information du contrôleur.

Dessins

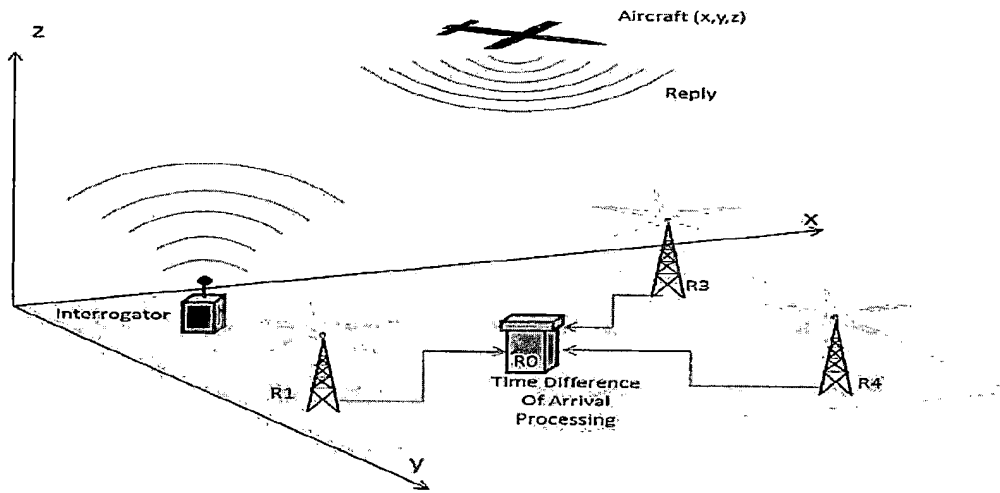


Figure 1

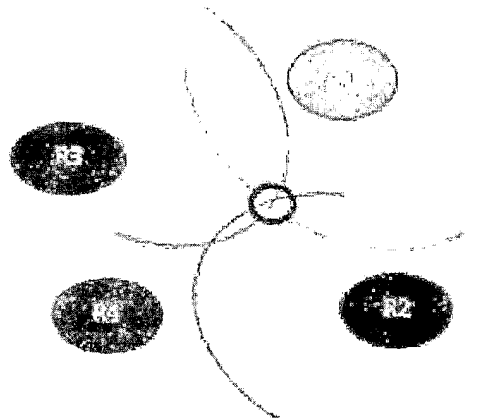


Figure 2



**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et
complétée par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 41741	Date de dépôt : 29/12/2017
Déposant : Université Mohammed V - Rabat	
Intitulé de l'invention : Système d'information MLat pour la surveillance et le suivi du trafic des aéronefs	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée <input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: I.Oubiyi	Date d'établissement du rapport : 09/11/2018
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



Partie 1 : Considérations générales		
Cadre 1 : base du présent rapport		
Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :		
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Description</u> 4 Pages • <u>Revendications</u> 5 • <u>Planches de dessin</u> 2 Pages 		
Partie 2 : Rapport de recherche		
Classement de l'objet de la demande :		
CIB : G01S5/06 ; G01S13/91		
Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :		
EPOQUE, Orbit		
Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	WO2005017555 A2 ; SENSIS CORP [US]; PERL ELYAHU [US]; GERRY MICHAEL J [US] ; 24-02-2005; voir figures	1-5
X	WO2011113176 A1 ; HONEYWELL INT INC [US]; WANG GUOQING [CN] ; 22-09-2011	1-5
A	US2011057830 A1; BOEING CO [US] ; 10-03-2011	1-5
*Catégories spéciales de documents cités :		
<p>-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs</p> <p>-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté</p>		

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité*Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle*

Nouveauté (N)	Revendications aucune Revendications 1-5	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune Revendications 1-5	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-5 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : WO2005017555

1. Nouveauté (N) et Activité inventive (AI) :

Le document D1 (voir §[0005], §[0011]- [0012], fig. 11 et 12) divulgue un système de géolocalisation pour identifier et contrôler la mobilité des aéronefs au niveau du sol à base de la technique de triangulation composé de :

- 4 stations de contrôle dont une première joue le rôle d'un interrogateur des aéronefs et les 3 autres sont des capteurs horodateurs pour décoder les signaux provenant du transpondeur des aéronefs ;
- Un serveur comprenant un système d'information géographique (implicite : l'interface ATC contient un serveur comprenant un système d'information géographique : caractéristique connue par l'homme du métier) et un processus de calcul de la position de l'aéronef à base de la méthode Mlat ;
- Un terminal de contrôle du système ;
- Une interface du contrôle du trafic aérien ATC (voir §[0050], fig. 12 dernière étape '*provide x, y, z position to air traffic control*').

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'est pas nouveau et n'implique pas une activité inventive au sens des articles 26 et 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications dépendantes 2-5 ne contiennent pas des caractéristiques techniques supplémentaires qui, en combinaison avec les caractéristiques des revendications auxquelles elles se réfèrent, répondent à l'exigence de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 concernant la nouveauté.

2. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.

Revendications

1. Un système de géolocalisation pour identifier et contrôler la mobilité des aéronefs au niveau du sol à base de la technique de triangulation composé de :

- a) 4 stations de contrôle dont une première joue le rôle d'un interrogateur des aéronefs et les 3 autres sont des capteurs horodateurs pour décoder les signaux provenant du transpondeur des aéronefs ;
- b) Un serveur comprenant un système d'information géographique SIG et un processus de calcul de la position de l'aéronef à base la méthode MLat.
- c) Un terminal de contrôle du système ;
- d) Une interface du contrôle du trafic aérien ATC ;

2. Le système selon la revendication 1 caractérisé en ce que ledit interrogateur sollicite l'aéronef selon un mode militaires et civils précis pour communiquer des données spécifiques, lesdites données sont récupérées par lesdites 3 autres stations.

3. Le système selon les revendications 1 et 2 caractérisée en ce que lesdites données récupérées par les dites trois stations sont envoyées audit processus pour calculer par la méthode TDOA la position (x,y,z) de l'aéronef interrogé .

4. Le système selon l'une des revendications précédentes est caractérisée en ce ledit processus inscrit les résultats de calcul du TDOA dans le système d'information géographique SIG pour élaborer un modèle d'aide à la décision qui sera diffusé sur le tableau de bord de l'utilisateur de l'aéronef.

5. Le système selon la revendication 3 caractérisée en ce que ledit processus assure La synchronisation du temps pour les capteurs à distance, La reprogrammation des interrogations, l'envoi des réponses dans différents format et modes ;