



(11)

EP 2 355 069 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
10.08.2011 Bulletin 2011/32

(51) Int Cl.:
G08G 5/00 (2006.01) **B64C 39/02 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: 11151952.6

(22) Date de dépôt: 25.01.2011

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

Etats d'extension désignés:

BA ME

(30) Priorité: 02.02.2010 FR 1000402

(71) Demandeur: **Thales**
92200 Neuilly Sur Seine (FR)

(72) Inventeurs:

- Coulmeau, François
31840 Seilh (FR)

- Marty, Nicolas
31790 Saint Sauveur (FR)
- Gomez, Stéphane
31140 Montberon (FR)

(74) Mandataire: **Esselin, Sophie**
Marks & Clerk France
Conseils en Propriété Industrielle
Immeuble " Visium "
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(54) Système d'aide à la navigation pour un drone

(57) L'invention concerne un système d'aide à la navigation d'un aéronef apte à être piloté à distance par un opérateur comprenant des moyens de transmission de données (P1-P5) permettant à l'opérateur de dialoguer avec un contrôleur aérien selon au moins un mode de dialogue et des moyens de surveillance des paramètres de vol (C1-C4), notamment des paramètres d'état de

l'aéronef et des paramètres de navigation. Il comprend également un moyen de détection d'événements de vol (C5), un moyen d'élaboration d'un message (M1) correspondant à un évènement de vol, un moyen d'ordonnancement (M2) du message dans une liste de messages, un moyen de synthèse (M3 ; M4) du message dans un mode de dialogue.

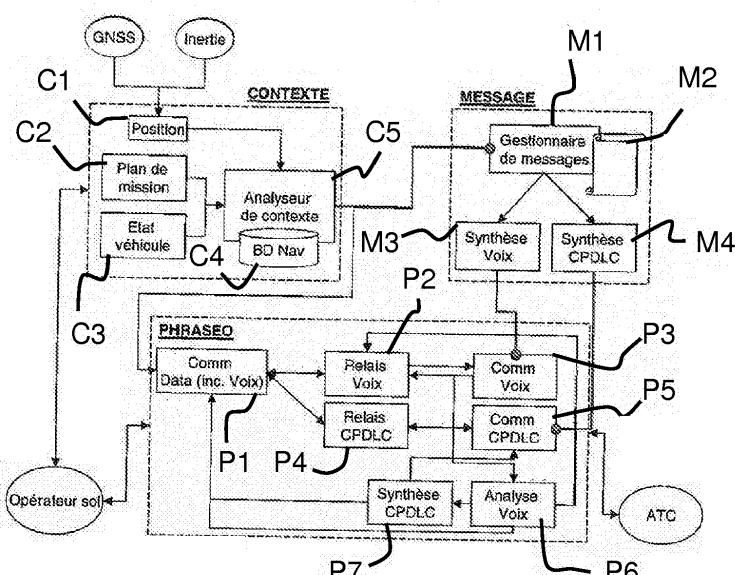


Fig. 1

Description

[0001] Le domaine de l'invention concerne les drones, et plus précisément un système d'aide à la navigation d'un drone en espace aérien non ségrégué.

[0002] Dans les conflits actuels, les drones sont de plus en plus utilisés pour de la reconnaissance et l'attaque de cibles non coopératives. De plus, il existe de nombreuses applications pour les systèmes de Drones dans la sphère civile (épandage en agriculture, surveillance des feux de forêts, Search & Rescue, suivi d'événement, surveillance de manifestations). Ainsi, les cibles recherchées sont souvent localisées dans ou à proximité des espaces civils. De plus, il est souvent obligatoire pour les drones de traverser les espaces aériens soumis à un contrôle aérien civil, quand leur base de décollage/atterrissement est située à l'intérieur des frontières des états qui les envoient. L'insertion des drones dans ces espaces à trafic réglementé est problématique car ces engins ne possèdent pas les capacités d'insertion complètes. En outre, les systèmes avioniques réalisant les fonctions de gestion du vol sont massivement localisés au sol, l'aéronef n'embarquant que le strict minimum pour naviguer à court terme. Par conséquent, ces engins sont astreints à des procédures draconiennes : préavis de plusieurs jours, avions accompagnateurs, fermeture du trafic civil pendant un créneau temporel.

[0003] Actuellement, quand la mission n'est pas exclusivement menée dans un espace ségrégué, c'est-à-dire interdit aux opérations civiles, et lorsque les communications sont requises entre l'opérateur du drone et les services du contrôle aérien deux solutions sont appliquées. Selon une première solution, le drone est utilisé comme relais de communication entre l'opérateur et le contrôleur. L'opérateur communique des messages vocaux avec le drone au moyen d'une transmission analogique ou numérique (VHF ou VoIP, voix sur IP), le drone comporte un moyen de conversion des messages vocaux numériques en messages vocaux analogiques afin de transmettre au moyen d'une transmission analogique de type VHF (« very high frequency »), HF (« High Frequency »). La chaîne de transmission dans le sens du contrôleur vers l'opérateur est inversement identique. Cependant, cette solution technique demande à l'opérateur d'assurer l'ensemble de la phraséologie pour communiquer avec le contrôleur et par conséquent cette tâche accapare une partie importante de son attention pour la gestion du drone. De plus, la bande passante requise pour la transmission numérique entre l'opérateur et le drone est fortement exploitée pour la transmission de message en format voix. Enfin, une latence temporelle importante peut être introduite si la station sol du Drone où est situé l'opérateur est à plusieurs centaines voire milliers de kilomètres de l'aéronef. Selon une seconde solution, l'opérateur téléphone directement au contrôleur. Cependant, cette solution implique que le contrôleur gère individuellement et spécifiquement chaque drone. De plus, l'opérateur doit également se charger de toute

la phraséologie ce qui implique le même inconvénient précité dans la première solution. Compte tenu de l'absence de pilote à bord, il est indispensable d'équiper les drones de fonctions plus sophistiquées assistant l'opérateur au sol dans sa gestion déportée de l'aéronef.

[0004] Il est connu d'utiliser dans les aéronefs classiques (avec pilote à bord) des dispositifs de communications en transmission numérique (CPDLC pour « Controller Pilot Data Link Communications » en langage anglo-saxon) entre le pilote et le contrôleur aérien utilisant des messages textuels normés reprenant la phraséologie vocale habituellement utilisée par un contrôleur aérien. Ces systèmes de communications CPDLC permettent de maintenir la communication sur de larges distances par rapport aux communications radio fréquence mais surtout de réduire la charge d'opérations de dialogue entre le pilote et le contrôleur aérien. Cependant, les systèmes de mode de dialogue CPDLC ne sont pas déployés au niveau de tous les contrôles d'espace aérien et beaucoup encore communiquent uniquement par messagerie vocale.

[0005] L'objectif de l'invention est de réduire l'effort de gestion des drones par les services de contrôle du trafic aérien (ATC) et par l'opérateur de pilotage afin d'améliorer la sécurité de l'aéronef et de son environnement.

[0006] Plus précisément, l'invention concerne un système d'aide à la navigation d'un aéronef apte à être piloté à distance par un opérateur comprenant des moyens de transmission de données permettant à l'opérateur de dialoguer avec un contrôleur aérien selon au moins un mode de dialogue et des moyens de surveillance des paramètres de vol, notamment des paramètres d'état de l'aéronef et des paramètres de navigation. Le système d'aide à la navigation comprend en outre un moyen de détection d'événements de vol, un moyen d'élaboration d'un message correspondant à un événement de vol, un moyen d'ordonnancement du message dans une liste de messages, un moyen de synthèse du message dans un mode de dialogue. Un événement de vol est lié à l'état de l'aéronef et/ou à la navigation de l'aéronef.

[0007] Un premier mode de dialogue est de type vocal et le moyen de synthèse du message est apte à générer la phraséologie en voix correspondant au message et un second mode de dialogue est de type textuel et le moyen de synthèse du message est apte à générer le message selon un standard de communication textuel, notamment de type CPDLC.

[0008] Les moyens de transmission de données comprenant un premier moyen de communication apte à transmettre des messages vocaux et un second moyen de communication apte à transmettre des messages selon un standard de communication textuel notamment de type CPDLC.

[0009] Avantageusement, dans une première variante le système d'aide à la navigation comporte également un moyen de conversion de messages vocaux en données texte et un moyen pour synthétiser les données texte en message selon le standard de communication

textuel.

[0010] Dans une seconde variante, il comporte également un moyen d'identification des messages vocaux provenant du premier moyen de communication de sorte à sélectionner uniquement les messages vocaux destinés à l'opérateur.

[0011] La fonction de détection d'un évènement de vol est apte à détecter un évènement de vol à partir de données issues d'un moyen de géo-localisation, d'un moyen de surveillance des paramètres de vol, d'un moyen de gestion de trajectoire et une base de données d'information de navigation dans un espace de vol.

[0012] Avantageusement, il comporte un moyen d'activation de commande de vol en réponse à un message textuel.

[0013] Avantageusement, il comporte un moyen d'activation de commande de vol en réponse à un évènement de vol détecté.

[0014] Un premier avantage du système d'aide à la navigation est la réduction de l'effort de gestion du fait de l'automatisation de tâches de navigation répétitives ou de faible valeur ajoutée.

[0015] Un second avantage est la simplification de la formation des opérateurs de drone en limitant les besoins de connaissance en phraséologie.

[0016] Un troisième avantage est le maintien de la capacité de messagerie voix même en cas de perte de lien entre l'opérateur au sol et les systèmes du drone.

[0017] Un quatrième avantage est l'homogénéisation de la gestion du drone grâce au moyen de communication en mode de dialogue de type voix et de type CPDLC permettant ainsi de s'adapter à tout environnement de vol pendant la phase de transition du mode de dialogue voix au mode de dialogue CPDLC.

[0018] L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre donnée à titre non limitatif et grâce aux figures suivantes :

La figure 1 représente un diagramme des moyens fonctionnels du système d'aide à la navigation selon le mode de réalisation le plus sophistiqué.

La figure 2 représente un exemple de service d'aide à la navigation pouvant être réalisé par le système d'aide à la navigation.

[0019] Le système d'aide à la navigation du drone tel que revendiqué et représenté par la figure 1 comporte un premier ensemble fonctionnel dédié à la transmission des communication entre l'opérateur du drone et le contrôleur aérien chargé de la surveillance de la zone traversée par l'aéronef. Ce premier ensemble fonctionnel est nommé sur la figure PHRASEO.

[0020] L'ensemble de transmission des communications PHRASEO comporte un premier dispositif P1 pour la transmission de données de format numérique entre l'opérateur du drone et le drone. Le dispositif de transmission P1 permet à l'opérateur de communiquer avec

des messages vocaux numériques de type VOIP et également avec des messages de type donnée ou textuel, notamment de standard de communication CPDLC.

[0021] L'ensemble de transmission PHRASEO comporte un dispositif de multiplexage des communications voix et des communications CPDLC vers un relais de communication voix P2 et un relais de communication CPDLC P4 respectivement. Le relais de communication voix P2 est connecté avec un dispositif de communication voix P3 pouvant émettre des messages analogiques sur la fréquence utilisée par le contrôleur aérien. Le relais de communication voix P2 met en oeuvre une fonction de conversion analogique/numérique de sorte à convertir, dans un premier sens, un message vocal analogique reçu par le dispositif de communication voix P3 en un message vocal numérique pouvant être transmis par le dispositif de communication P1 et, dans le second sens, un message vocal numérique reçu par le dispositif de transmission P1 en un message vocal analogique pouvant être émis par le dispositif de communication voix P3.

[0022] Le relais de communication CPDLC P4 est connecté avec un dispositif de communication P5 pouvant émettre des messages CPDLC ainsi que les protocoles de communication normalisés associés.

[0023] Le relais de communication CPDLC P4 met en oeuvre une fonction de conversion CPDLC (extraction de la charge utile du message de l'opérateur sol selon le protocole de communication « privé » utilisé entre l'opérateur sol et son Drone, encapsulation de cette charge utile au format protocolaire CPDLC et de gestion de lien CPDLC entre le Drone et le contrôleur par les protocoles de connexion normalisés). Les protocoles normalisés au niveau mondial pour l'aéronautique civile sont publics, et disponibles auprès de l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale).

[0024] Les moyens fonctionnels énumérés précédemment P1 à P5 permettent à l'ensemble de transmission de disposer de capacités de transmission des communications entre l'opérateur et le contrôleur de type voix ou CPDLC et de format analogique ou numérique pour les communications voix. Ces moyens fonctionnels peuvent être agencés selon plusieurs options de répartition. Selon une première option de répartition, les moyens fonctionnels P1 à P5 sont embarqués à bord de l'aéronef.

Selon une seconde option de répartition, les moyens fonctionnels P2 et P3 sont disposés à la station sol de l'opérateur. Les différentes options de répartition des moyens fonctionnels P1 à P5 ne limitent pas la portée de l'invention revendiquée. Les dispositifs et calculateurs aptes à réaliser les fonctions précédemment énumérées sont connus de l'homme du métier.

[0025] Le système d'aide à la navigation du drone comporte un second ensemble fonctionnel dédié à l'analyse du contexte de la mission et du plan de mission de sorte à générer automatiquement des messages de navigation à destination de l'opérateur et du contrôleur aérien en fonction de données de navigation et d'état courant du drone. Cet ensemble fonctionnel s'adresse par-

ticulièremment à la gestion d'instructions devant être exécutées à un moment non immédiat dans le plan de vol lorsqu'une condition de vol est remplie (par exemple lors de l'approche d'une zone sous le contrôle d'une autre autorité aérienne). Ce second ensemble fonctionnel est nommé sur la figure CONTEXTE.

[0026] L'ensemble fonctionnel CONTEXTE comporte des moyens de détection d'évènements de vol liés à l'état de l'aéronef et à la navigation de l'aéronef. Pour cela, l'ensemble fonctionnel CONTEXTE comporte un premier moyen C1 pour fournir des données de géo-localisation de l'aéronef. Ces données de géo-localisation peuvent être obtenues par exemple à partir de systèmes de positionnement par satellites et de systèmes de type centrale inertuelle ou tout autre système permettant d'obtenir des données de localisation de l'aéronef. L'ensemble CONTEXTE comporte un second moyen C2 pour fournir des données relatives au plan de mission de l'aéronef, comme la route à suivre et le plan de vol associé ainsi que toutes données liées à la trajectoire de vol. L'ensemble CONTEXTE comporte un troisième moyen C3 pour fournir des données relatives à l'état courant du véhicule comme par exemple les données d'anomalies, d'autonomie de configuration courante des systèmes (fréquence de communication active, etc...) ou plus généralement les données de vies des systèmes de vol du drone. L'ensemble CONTEXTE comporte un quatrième moyen C4 pour fournir des données relatives à la navigation dans un espace de vol comme par exemple les procédures de déplacements, les procédures de communication, les délimitations des espaces de vol.

[0027] Les données issues des moyens C1 à C4 sont transmises à un calculateur C5 apte à détecter des évènements de vol à partir de l'ensemble des données fournies par C1 à C4. Le calculateur met en oeuvre un algorithme de détection d'évènements de vol qui prend en paramètre d'entrées les données liées à la navigation de l'aéronef (paramètre de trajectoire de l'aéronef et les données de navigation d'un espace aérien) et l'état courant du véhicule sont comparées avec les données de géo-localisation et de trajectoire. Ces évènements de vols sont utilisés pour transmettre des messages représentatifs de ces évènements à destination de l'opérateur de l'aéronef, par exemple les messages issus de C5 sont des messages d'évènements ayant été détectés à bord (pannes, niveaux des jauge de carburant ...) lui permettant d'obtenir des indications sur l'état courant de l'aéronef. Ces messages représentatifs d'évènements à destination de l'opérateur du drone servent à faciliter la prise de décision pour le pilote de l'aéronef et la planification des actions à mener pour interagir avec les autres acteurs de l'espace aérien. Ces messages d'évènements peuvent également servir à la création d'une liste de tâches qui est présentée à l'opérateur sur sa console de pilotage. Dans ce but, les données d'évènements sont transmises au dispositif P1 de transmission de données de format numérique entre l'opérateur du drone et le drone. A titre d'exemple indicatif, ces messages d'évène-

ments peuvent être une indication de passage aux abords d'un aérodrome, la sortie ou l'arrivée dans une zone de contrôle et le changement de fréquence associée à la zone de contrôle, l'arrivée dans une zone prohibée.

[0028] La figure 2 illustre le cas où le plan de vol d'un aéronef prévoit de traverser deux espaces aériens contrôlés par des autorités distinctes et communiquant chacune au moyen d'une fréquence de communication différente. Le contrôleur du premier espace aérien communique par la voix sur une fréquence FQ1 tandis que le contrôleur du second espace aérien communique par la voix sur une fréquence FQ2. Lorsque l'aéronef aborde la frontière des deux zones, un message d'information indiquant le changement de fréquence est alors envoyé à l'opérateur et introduit dans une liste de tâche à réaliser. De plus, si par exemple le contrôleur aérien du premier espace aérien communique en mode de dialogue CPDLC et que le contrôleur aérien du deuxième espace aérien communique en mode de dialogue voix alors un message demandant le changement de mode de dialogue est envoyé à l'opérateur.

[0029] Les moyens fonctionnels de l'ensemble CONTEXTE peuvent être agencés selon plusieurs options de répartition. Selon une première option de répartition, les moyens fonctionnels C1 à C5 sont embarqués à bord de l'aéronef. Selon des options de répartition additionnelles, tout ou partie des moyens fonctionnels C2 à C5 sont disposés à la station sol de l'opérateur. Les différentes options de répartition des moyens fonctionnels C1 à C5 et le développement de l'architecture associée à mettre en oeuvre sont à la portée de l'homme du métier et par conséquent ne limitent pas la portée de l'invention revendiquée.

[0030] Le système d'aide à la navigation du drone comporte un troisième ensemble fonctionnel dédié à l'élaboration et la gestion de messages destinés au contrôleur aérien. Ce troisième ensemble fonctionnel est nommé MESSAGE sur la figure.

[0031] L'ensemble fonctionnel MESSAGE comporte un premier moyen M1 pour élaborer un message correspondant à un évènement de vol transmis par le calculateur C5. L'ensemble contexte transmet à l'ensemble MESSAGE les évènements de vol détectés. En fonction de ces évènements de vols, pouvant être associés à une demande ATC préalablement reçue, le moyen M1 génère le contenu d'un message à transmettre au contrôleur aérien. Les contenus de messages élaborés sont insérés dans une liste de message et un ordre priorité est attribué à chaque message. L'ensemble MESSAGE comporte un second moyen M2 pour l'ordonnancement des contenus de message dans la liste de messages. L'ensemble MESSAGE comporte au moins un troisième moyen M3 pour synthétiser le contenu du message dans un premier mode de dialogue et préférentiellement comporte un quatrième moyen M4 pour synthétiser le contenu du message dans un second mode de dialogue.

[0032] Le moyen M3 est une fonction mise en oeuvre

par un calculateur pouvant générer un message vocal à partir du contenu d'un message élaboré par le moyen M1. La fonction élabore la phraséologie voix destiné à un contrôleur aérien. Le message vocal est transmis au dispositif de communication voix P3, de l'ensemble de transmission PHRASEO, pouvant émettre des messages vocaux analogiques sur la fréquence utilisée par le contrôleur aérien.

[0033] Le moyen M4 est une fonction mise en oeuvre par un calculateur pouvant générer un message CPDLC à partir du contenu d'un message élaboré par le moyen M1. La fonction élabore le message textuel CPDLC destiné à un contrôleur aérien. Le message CPDLC est transmis au dispositif de communication P5, de l'ensemble de transmission PHRASEO, pouvant émettre des messages CPDLC. Les messages issus de M3 et M4 sont des messages destinés à l'ATC et correspondent donc soit à des requêtes ATC (changement de niveau par exemple), soit à de l'auto-information normalisée, c'est-à-dire des messages de communication obligatoires pour l'ATC.

[0034] Lorsque plusieurs messages sont en attente dans la liste de message, en fonction du destinataire et du degré de priorité, des messages peuvent être envoyés par messagerie vocale au travers des moyens fonctionnels M1-M2-M3-P3 et d'autres messages peuvent être envoyés par messagerie CPDLC au travers des moyens fonctionnels M1-M2-M4-P5. En effet, des contrôleurs aériens peuvent ne pas être équipés de systèmes de communication CPDLC tandis que d'autres le sont. Ainsi, le système d'aide à la navigation du drone permet de prendre en compte les différents modes de dialogue possibles des espaces aériens traversés.

[0035] Dans une variante plus sophistiquée, l'ensemble de transmission PHRASEO comporte un moyen de conversion P6 de messages vocaux en données texte et un moyen P7 pour synthétiser les données texte en message selon le standard de communication textuel CPDLC. Le moyen de conversion P6 est en liaison de données d'une part avec le relais de communication voix P2 et d'autre part avec le moyen de synthèse des données texte P7. Le moyen de synthèse des données texte est également en liaison avec le dispositif de communication P1. Le moyen de conversion P6 peut également être en liaison directe avec le dispositif de communication P1 de sorte à transmettre directement les données texte brutes issues de la conversion vers la console de l'opérateur. De cette façon, le message transmis à l'opérateur n'est pas au format de communication CPDLC.

[0036] Le moyen de conversion P6 met en oeuvre une première fonction de filtrage des données voix provenant du relais de communication voix P2. Cette fonction de filtrage analyse l'ensemble des messages vocaux émis par le contrôleur aérien de sorte à détecter l'identifiant de l'aéronef destinataire du message pour transmettre uniquement les messages destinés au drone. Cette fonction de filtrage permet de ne pas surcharger l'opérateur sol de messages ne lui étant pas destinés. De plus, ce

filtrage permet de réduire la bande passante de données utilisée pour la communication entre le drone et l'opérateur sol. Le moyen de conversion P6 met en oeuvre une seconde fonction de reconnaissance vocale des messages vocaux provenant du relais de transmission P2. Ainsi,

5 les messages vocaux émis par l'opérateur et par le contrôleur ATC peuvent être convertis en données texte. La transmission de messages en format texte plutôt qu'en format vocal présente l'avantage de réduire le nombre de données à transmettre et permet ainsi une réduction de la bande passante nécessaire. La fonction de conversion voix-texte peut être mise en oeuvre par un calculateur supportant un logiciel de reconnaissance vocal.

[0037] 10 Le moyen de synthèse CPDLC P7 met en oeuvre une première fonction de synthèse des messages CPDLC correspondant aux données texte issues de la conversion P6. Ainsi l'opérateur reçoit les données provenant du contrôleur ATC, lorsqu'il communique par

messagerie vocale, en messages de format CPDLC. Ceci présente l'avantage que l'opérateur ait à gérer une unique interface de messagerie CPDLC quel que soit le mode de dialogue utilisé par le ou les contrôleurs ATC.

Que ce dernier communique par messagerie voix ou messagerie CPDLC, l'opérateur reçoit les messages en format CPDLC. Le moyen de synthèse CPDLC P7 met en oeuvre une seconde fonction de synthèse de message CPDLC correspondant à une demande du contrôleur aérien. Ainsi, le drone est capable d'analyser une demande ATC, de la collationner et de transmettre à l'opérateur du drone la commande CPDLC de réponse correspondant à la demande du contrôleur aérien. De cette façon, le risque de mauvaise commande résultant d'une mauvaise compréhension de la demande ATC est réduit à zéro. De plus cela sécurise la commande vocale du drone dans la mesure où le contrôleur aérien voit ce qui a été compris par l'opérateur du drone.

[0038] 30 Cette variante plus sophistiquée du système d'aide à la navigation comprenant le moyen de conversion P6 et le moyen de synthèse CPDLC P7 permet d'assurer une autonomie de vol du drone lorsque que le lien de communication avec l'opérateur de vol est perdu.

[0039] 40 En cas de perte du lien entre l'opérateur et le drone, dans l'ensemble fonctionnel PHRASEO, une connexion entre le moyen fonctionnel de synthèse P7 et le dispositif de communication CPDLC P5 est établi pour que les commandes voix ou CPDLC du contrôleur soient collationnées par le Drone, c'est-à-dire qu'une analyse de la commande est réalisée par le moyen de synthèse P7 et une réponse à l'ATC est transmise sous la forme CPDLC ou voix. Ainsi, si on reçoit une commande CPDLC du contrôleur aérien, on peut effectuer la réponse CPDLC standardisée de réception, comme par exemple "OK j'exécute l'instruction XXXX" et exécuter la commande dans le système de navigation du Drone. Si on reçoit une commande Voix du contrôle, le système d'aide à la navigation peut transformer la commande voix en commande CPDLC (via la fonction de reconnaissance

vocale hébergée dans P6), analyser et exécuter la commande CPDLC, déterminer la réponse CPDLC normalisée correspondant à la commande CPDLC, et en informer le contrôleur aérien par la voix (en transformant la réponse CPDLC standardisée de réception en voix analogique via les moyens P1, P2 et P3). A titre d'exemple, il s'agit de commandes à effet immédiat ("monter à niveau xxx", "prendre cap yyy", "effectuer un direct sur le point zzz"). En effet, les commandes à effet immédiat peuvent être traitées directement entre le moyen fonctionnel P7 et le dispositif de communication P5.

[0040] En ce qui concerne les commandes à effet non immédiat dépendantes de la réalisation d'un événement de vol particulier, comme par exemple "à l'heure HHHH, monter à niveau xxx", "à l'altitude AAAA, prendre cap yyy", "En arrivant dans l'espace aérien EEE, effectuer un direct sur le point zzz", une connexion entre le moyen de synthèse P7 et le moyen de détection d'événement de vol C1, dans la variante la plus sophistiquée permet de réaliser des commandes liées au contexte avion courant. Ainsi, si le drone reçoit une commande CPDLC du contrôle, le système d'aide à la navigation peut effectuer la réponse CPDLC standardisée de réception (ie "OK j'ai bien reçu l'instruction XXXX"). Il surveille ensuite la partie « condition de déclenchement » de la commande (arrivée à l'altitude AAAA, à l'heure HHHH, dans l'espace EEE), et exécute la partie « action » de la commande dans le système de navigation du drone quand la condition de déclenchement de l'action est détectée par le dispositif de détection d'événement de vol C1. A ce moment, le drone détermine la réponse CPDLC normalisée correspondant à la commande CPDLC, et envoie cette réponse. Si on reçoit la commande par le canal « Voix » du contrôle, le système d'aide à la navigation peut transformer la commande voix en commande CPDLC, analyser et exécuter la commande quand la condition de déclenchement de l'action est détectée, et en informer le contrôleur aérien par la voix (en transformant la réponse CPDLC standardisée de réception en voix analogique via les moyens P1, P2 et P3).

[0041] Une fois répondu, automatiquement ou non, par la commande de collation au regard d'un message ATC donné, l'instruction de vol liée au message peut être insérée dans le plan de vol automatiquement sans que l'opérateur ait besoin de modifier le plan de vol par lui-même. De cette façon, le système d'aide à la navigation présente l'avantage de soustraire une tâche de pilotage à l'opérateur de vol, d'assurer que l'instruction insérée dans le plan de vol correspond bien à l'instruction demandée par l'ATC et d'assurer l'autonomie de vol de l'aéronef en cas de perte de lien avec l'opérateur.

[0042] Les moyens fonctionnels P6 et P7 peuvent être agencés selon plusieurs options de répartition. Selon une première option de répartition, les moyens fonctionnels P6 et P7 sont embarqués à bord de l'aéronef. Selon une seconde option de répartition où l'ensemble des moyens de communication voix P2 et P3 sont au sol, les moyens fonctionnels P6 et P7 sont également disposés au niveau

de la station sol de l'opérateur. Les différentes options de répartition des moyens fonctionnels P1 à P7 ne limitent pas la portée de l'invention revendiquée. Les dispositifs et calculateurs aptes à réaliser les fonctions précédemment énumérées sont connus de l'homme du métier.

[0043] Le système d'aide à la navigation se destine particulièrement aux systèmes sol ou embarqué pour véhicule aérien sans pilote à bord de type drone.

Revendications

1. Système d'aide à la navigation d'un aéronef apte à être piloté à distance par un opérateur comprenant des moyens de transmission de données (P1-P5) permettant à l'opérateur de dialoguer avec un contrôleur aérien selon au moins un mode de dialogue et des moyens de surveillance des paramètres de vol (C1-C4), notamment des paramètres d'état de l'aéronef et des paramètres de navigation, **caractérisé en ce qu'il comprend également :**

Un moyen de détection d'événements de vol (C5),

Un moyen d'élaboration d'un message (M1) correspondant à un événement de vol,

Un moyen d'ordonnancement (M2) du message dans une liste de messages,

Un moyen de synthèse (M3 ; M4) du message dans le mode de dialogue, les moyens de transmissions (P1-P5) étant apte à émettre le message dans le mode de dialogue vers l'opérateur et/ou le contrôleur.

2. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un premier mode de dialogue est de type vocal et le moyen de synthèse (M3) du message est apte à générer la phraséologie en voix correspondant au message.**

3. Système selon la revendication 2, **caractérisé en ce que un second mode de dialogue est de type textuel et le moyen de synthèse (M4) du message est apte à générer le message selon un standard de communication textuel, notamment de type CPDLC.**

4. Système selon la revendication 3, les moyens de transmission de données comprenant un premier moyen de communication (P3) apte à transmettre des messages vocaux et un second moyen de communication (P5) apte à transmettre des messages selon un standard de communication textuel notamment de type CPDLC, **caractérisé en ce qu'il comporte un moyen de conversion (P6) de messages vocaux en données texte et un moyen pour synthétiser (P7) les données texte en message selon le standard de communication textuel.**

5. Système selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'il comporte également un moyen d'identification (P6) des messages vocaux provenant du premier moyen de communication de sorte à sélectionner uniquement les messages vocaux destinés à l'opérateur.**
6. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce que la fonction de détection d'un évènement de vol est apte à détecter un évènement de vol à partir de données issues d'un moyen de géo-localisation (C1), d'un moyen de surveillance des paramètres de vol (C3), d'un moyen de gestion de trajectoire (C2) et une base de données d'information de navigation (C4) dans un espace de vol.**
7. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il comporte un moyen d'activation de commande de vol (P7) en réponse à un message textuel.**
8. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il comporte un moyen d'activation de commande de vol (C5) en réponse à un évènement de vol détecté.**
9. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un évènement de vol est lié à l'état de l'aéronef.**
10. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un évènement de vol est lié à la navigation de l'aéronef.**

35

40

45

50

55

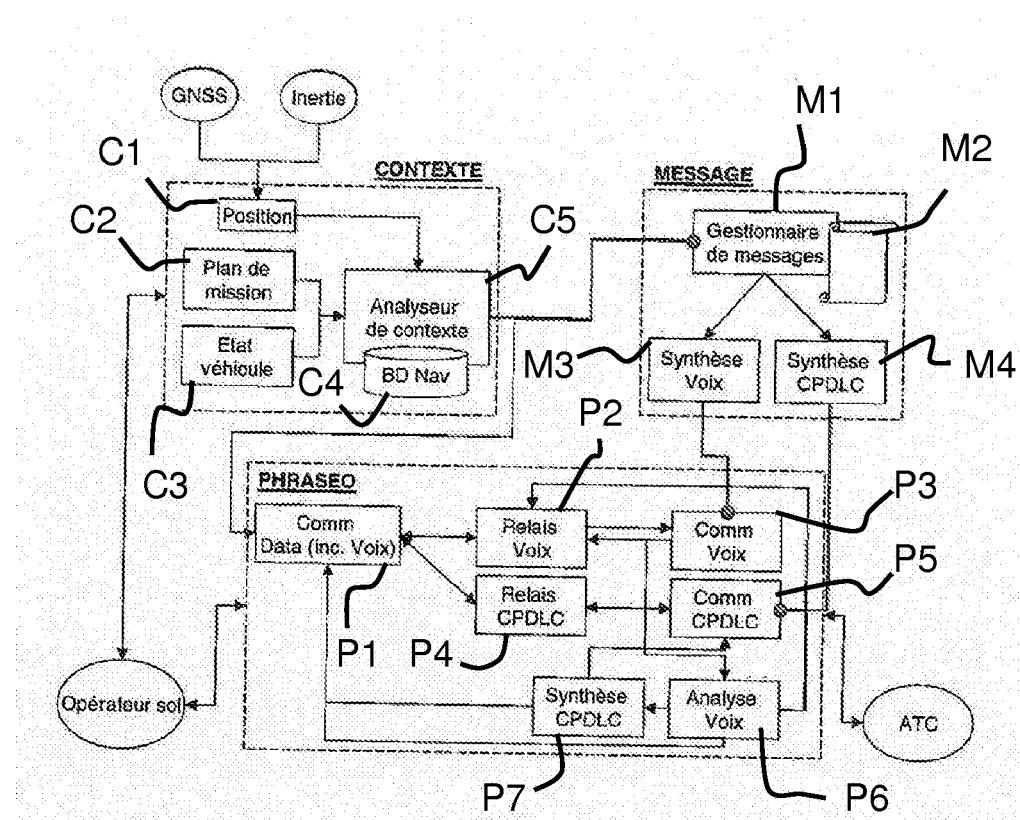


Fig. 1

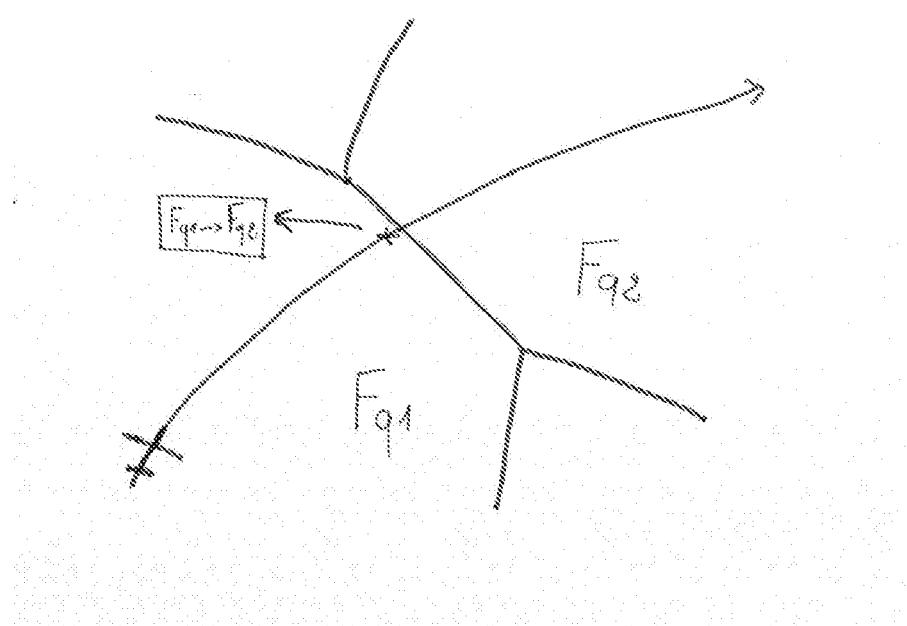


Fig. 2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 11 15 1952

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	WO 2009/139937 A2 (KUTTA TECHNOLOGIES INC [US]; LIMBAUGH DOUGLAS V [US]; BARNHARD DAVID H) 19 novembre 2009 (2009-11-19) * Alinéas [0052]-[0055], [0058] figure 1 * -----	1-10	INV. G08G5/00 B64C39/02
A	US 2008/065275 A1 (VIZZINI ANTHONY [US]) 13 mars 2008 (2008-03-13) * Alinéas [0002]-[0007], [0017], [0024] * -----	1-10	
A	US 2008/114603 A1 (DESROCHERS DANIEL [CA]) 15 mai 2008 (2008-05-15) * Alinéas [0015]-[0019] * -----	1-10	
A	US 2003/006910 A1 (DAME STEPHEN G [US]) 9 janvier 2003 (2003-01-09) * Alinéas [0002]-[0004], [0009], [0018], [0019], [0023] * -----	1-10	
A	FR 2 913 799 A1 (THALES SA [FR]) 19 septembre 2008 (2008-09-19) * page 1, ligne 5 - ligne 19 * * page 3, ligne 22 - ligne 27 * * page 4, ligne 11 - ligne 15 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	US 2007/189328 A1 (JUDD THOMAS D [US]) 16 août 2007 (2007-08-16) * Alinéas [0012], [0014], * -----	1-10	G08G B64C
A	EP 1 923 851 A1 (BOEING CO [US]) 21 mai 2008 (2008-05-21) * Alinéas [0012], [0016], [0017], [0024] figure 1 * -----	1-10	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
2	Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
	Munich	20 avril 2011	Bourdier, Renaud
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 11 15 1952

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

20-04-2011

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2009139937	A2	19-11-2009	AUCUN	
US 2008065275	A1	13-03-2008	AUCUN	
US 2008114603	A1	15-05-2008	CA 2682643 A1 WO 2008107735 A2	12-09-2008 12-09-2008
US 2003006910	A1	09-01-2003	US 2004124998 A1	01-07-2004
FR 2913799	A1	19-09-2008	AUCUN	
US 2007189328	A1	16-08-2007	CA 2642501 A1 EP 1999743 A1 JP 2009527822 T WO 2007098329 A1	30-08-2007 10-12-2008 30-07-2009 30-08-2007
EP 1923851	A1	21-05-2008	AT 446564 T ES 2333752 T3 US 2008114504 A1 US 2011046869 A1	15-11-2009 26-02-2010 15-05-2008 24-02-2011