

Revendications

1. Procédé de modélisation par traitement numérique d'un environnement tridimensionnel en vue de d'établir des chemins de parcours pour des
5 appareils aériens non habités optimisés en fonction de priorités différentes, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de traitement numérique suivantes :
 - (a) fournir un modèle tridimensionnel de volumes (PEXi) dans lesquels le vol est interdit,
 - 10 (b) subdiviser le modèle en éléments individuels (PVk),
 - (c) déterminer un centre (Pk) pour chaque élément individuel,
 - (d) établir et mémoriser un graphe dont les nœuds (Pk, Ik) sont constitués par au moins une partie desdits centres, et dont les branches sont pondérées par les distances entre les nœuds et par au moins une pondération
15 associée à une priorité donnée.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les priorités comprennent au moins deux priorités parmi une priorité en distance absolue, une priorité en
20 temps de parcours, une priorité en consommation d'énergie, une priorité en risque.
3. Procédé selon l'une des revendication 1 et 2, dans lequel au moins l'une des pondérations dépend d'une contrainte affectant l'ensemble des branches.
- 25 4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel ladite contrainte comprend un vecteur de contrainte affectant l'ensemble des branches.
5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel le vecteur de contrainte est un vecteur de vent, chaque branche possédant une paire de poids
30 associés respectivement au sens de parcours et chaque poids étant assujetti de façon distincte au vecteur de vent.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel ladite pondération est telle que des poids différents sont affectés à une même branche selon le sens de parcours, de façon à générer des sens de parcours
5 privilégiés.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel ladite pondération est basée sur une cartographie définissant différents niveaux de contraintes en fonction de l'emplacement dans un espace de vol.
10

8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel les niveaux de contraintes sont compris dans un groupe comprenant une contrainte de vitesse maximale autorisée et une contrainte de risque.

15 9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel la contrainte est apte à prendre une valeur telle que la zone correspondante devient une zone de vol interdit.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel l'étape (a)
20 comprend la fourniture d'un modèle tridimensionnel comportant des volumes (PEXi) dans lesquels le vol est physiquement impossible, et le retraitement de ce modèle avec des données de marges de sécurité statiques.

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel l'étape (a) comprend la
25 subdivision du modèle tridimensionnel en tranches horizontales (Txy), la projection des volumes sur un plan horizontal étant la même dans toute l'épaisseur de chaque tranche, et la mise en œuvre d'une subdivision en éléments individuels dans chaque plan horizontal.

30 12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel la subdivision est effectuée par triangulation.

13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel la triangulation est une triangulation de Delaunay.
- 5 14. Procédé selon l'une des revendications 11 à 13, dans lequel l'étape (d) comprend l'établissement de branches du graphe entre des nœuds situés dans des plans horizontaux adjacents par une approche de minimisation de distances.
- 10 15. Procédé de détermination par un appareil aérien non habité d'un trajet entre deux points d'un espace tridimensionnel modélisé par un graphe obtenu par le procédé de l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- détermination d'une priorité pour le parcours du trajet,
 - 15 - prise en compte ou établissement d'un graphe donné correspondant à la priorité déterminée, et
 - élaboration du trajet, à bord de l'appareil, par un calcul de meilleur chemin dans ledit graphe donné.
- 20 16. Procédé selon la revendication 15, dans lequel l'étape de pondération des branches du graphe est mise en œuvre par réception à distance d'un graphe de départ à branches non pondérées, et pondération, à bord de l'appareil, desdites branches en fonction de la priorité.
- 25 17. Procédé selon l'une des revendications 15 et 16, lequel comprend, au cours du vol, une étape de mise à jour des poids des branches d'au moins une partie du graphe et une étape de recalcul de meilleur chemin dans le graphe.
- 30 18. Procédé selon la revendication 17, dans lequel la mise à jour des poids des branches du graphe est effectuée en fonction d'un changement de priorité.

19. Procédé selon la revendication 17 ou 18, dans lequel la mise à jour des poids des branches d'au moins une partie du graphe est effectuée en fonction de la réception de données de pondération modifiées pour la pondération correspondant à la priorité en vigueur.

5

20. Procédé selon l'une des revendications 15 à 19, dans lequel l'étape de mise à jour des poids des branches du graphe comprend la génération de branches interdites en fonction d'une zone interdite apparaissant dynamiquement.

10

21. Procédé selon la revendication 20, dans lequel la zone interdite est déterminée par communication à distance de l'engin avec autre équipement dont la position détermine la zone interdite.

15 22. Procédé selon la revendication 21, dans lequel l'autre équipement est un autre appareil aérien non habité.

23. Procédé selon la revendication 22, dans lequel la zone interdite est un palier d'altitude interdit.

20

24. Procédé selon la revendication 23, dans lequel l'autre équipement est associé à une intervention temporaire sur le site.

25. Procédé selon l'une des revendications 15 à 24, dans lequel le calcul du meilleur chemin est réalisé en fonction d'une contrainte d'agilité de l'appareil.

25

26. Procédé de pilotage d'un appareil aérien non habité, comprenant les étapes suivantes :

30 - détermination d'un trajet par le procédé selon l'une des revendications 15 à 25,

- application d'au moins un facteur de relâchement de trajectoire,
 - détermination d'un écart de trajectoire admissible en fonction du facteur de relâchement, et
 - application d'une instruction de correction de trajectoire seulement
- 5 lorsqu'un écart de trajectoire réel mesuré dépasse d'écart de trajectoire admissible.

27. Procédé selon la revendication 26, dans lequel le facteur de relâchement est déterminé à partir d'au moins une donnée représentative de

10 l'une des informations suivantes : précision courante d'une unité GPS embarquée dans l'appareil, vent, réponse de l'appareil aux commandes de pilotage, encombrement de l'appareil, type d'appareil.

28. Procédé de pilotage d'un appareil aérien non habité, comprenant les

15 étapes suivantes :

- détermination d'un trajet par le procédé selon l'une des revendications 15 à 25,
- mesure d'une caractéristique dynamique de l'engin au cours du vol,
- détermination dynamique d'un nouveau trajet en fonction de l'évolution

20 de ladite caractéristique dynamique.

29. Procédé selon la revendication 28, dans lequel ladite caractéristique dynamique comprend au moins une caractéristique parmi l'énergie disponible à bord et une anomalie de comportement.

25 30. Procédé selon la revendication 28 ou 29, dans lequel le graphe comprend des nœuds désignant des stations ou zones d'atterrissage, et dans lequel l'étape de détermination dynamique du nouveau trajet prend en compte les positions des nœuds de stations ou zones d'atterrissage.

31. Procédé selon la revendication 30, dans lequel l'étape de détermination dynamique du nouveau trajet prend également en compte des statuts (libre, occupé) des nœuds de stations ou zones d'atterrissage.

5 32. Procédé selon la revendication 29, lequel comprend une modification de la priorité en cas d'anomalie de comportement.

33. Appareil aérien non habité, caractérisé en ce qu'il comprend des circuits de traitement numérique et de communication sans fil adaptés pour la mise en
10 œuvre en tout ou partie du procédé selon l'une des revendications 1 à 32.

34. Programme d'ordinateur, apte à être chargé à bord d'un appareil aérien non habité, caractérisé en ce qu'il comprend des instructions aptes à mettre en œuvre tout ou partie du procédé selon l'une des revendications 1 à 32.

15