Planification coordonnée de trajectoires d'avions : une approche par les fonctions harmoniques

Laureline Guys*[1,2], Stéphane Puechmorel[2], and Laurent Lapasset[1]

[1]Capgemini (Capgemini) – Capgemini – 109 avenue Eisenhower 31086 Toulouse cedex 1, France
[2]Laboratoire de Mathématiques Appliquées, Informatique et Automatique pour l'Aérien (MAIAA) – Ecole Nationale de l'Aviation Civile - ENAC – ENAC 7 avenue Edouard Belin CS 54055 31055 TOULOUSE Cedex 4 FRANCE, France

Résumé

Dans certaines portions de l'espace aérien, SESAR (Single European Sky ATM Research) introduit le concept de " Free-Flight ", libérant ainsi les avions de l'obligation de suivre des routes prédéfinies. Les aéronefs sont alors autorisés à suivre des trajectoires planifiées sur l'intégralité de l'espace alloué au Free-Flight. Dans ce contexte, la planification stratégique (plusieurs semaines à l'avance) doit permettre de générer un grand nombre de trajectoires respectant les contraintes de la mécanique du vol, tout en garantissant le respect des normes de séparation entre aéronefs à chaque instant.
Deux classes de méthodes existent : le séquencement et le mouvement coordonné. La première consiste à choisir un avion, à lui assigner sa route directe, puis à générer la trajectoire d'un deuxième avion en considérant le premier comme un obstacle. Le processus est alors répété de manière itérative jusqu'à réalisation d'une planification exhaustive. Le mouvement coordonné, plus complexe, offre une garantie d'équité puisque tous les avions intervenant dans un conflit voient leur trajectoire modifiée dans le but de le résoudre.
Les fonctions de navigation sont des potentiels dont le gradient permet de mener un certain nombre d'avions à leur destination, tout en garantissant l'évitement d'obstacles. Elles ne permettent néanmoins pas d'imposer de contraintes sur la vitesse, ni sur la courbure des trajectoires produites, qui risquent alors ne pas respecter les contraintes de la mécanique du vol.
Nous présentons ici un nouveau type de fonction de navigation, basé sur les fonctions harmoniques. Cette Fonction de Navigation Harmonique, adaptée aux mouvements coordonnés, offre une vitesse constante pour les aéronefs, tout en garantissant l'absence d'abordage.

Mots-Clés: Trafic Aérien, Mouvement Coordonné, Fonction de Navigation, Fonction Harmonique

*Intervenant