

Evaluation du risque et calcul de manoeuvres pour l'évitement de collision

Aude RONDEPIERRE,

Travaux en collaboration avec D. Arzelier, M. Joldes (LAAS-CNRS) et R. Serra (Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Glasgow, UK)

Depuis la collision entre le satellite russe COSMOS 1934 et un débris de COSMOS 926 en décembre 1991, pas moins de huit collisions ont été recensées en orbite entre des satellites opérationnels, ou entre des satellites et des débris. Les risques de collision sont particulièrement importants sur les orbites basses et les différentes agences spatiales (CNES, ESA, NASA) et les opérateurs du domaine (Airbus Defence and Space, GMV) ont mis en place des procédures d'alerte permettant d'évaluer les risques de collision concernant les satellites contrôlés, et autorisant le déclenchement des manoeuvres d'évitement si le risque de collision est jugé important. Ces procédures ont connu de nombreuses évolutions ces dernières années et le domaine de l'évitement de collision est actuellement en plein développement.

Dans cet exposé, nous nous intéresserons l'évitement de collision entre un engin spatial opérationnel et un débris orbital. La première partie de l'exposé portera sur l'évaluation du risque. Sous certaines hypothèses, nous expliquerons comment exprimer la probabilité de collision comme l'intégrale d'une fonction gaussienne sur une boule euclidienne, en dimension 2 ou 3, pour laquelle nous avons proposé, dans la thèse de Romain Serra [2, 4], une nouvelle formule analytique basée sur les théories de la transformée de Laplace et des fonctions holonomes. La seconde partie de cet exposé concernera le calcul de manoeuvres, plus particulièrement dans le cadre des rencontres lentes. Sous l'hypothèse de lois de commande impulsives, le problème d'évitement de collision est formulé comme un problème d'optimisation sous contraintes en probabilité [3] pour lequel nous avons proposé un algorithme de résolution efficace basé les travaux de R. Henrion et A. Möller [1] ainsi que le code d'Alan Genz pour le calcul des probabilités et de leurs gradients.

Références

- [1] R. HENRION AND A. MÖLLER, *A gradient formula for linear chance constraints under gaussian distribution*, Mathematics of Operations Research, 37(3) :475-488, 2012.
- [2] R. SERRA, *Opérations de proximité en orbite: évaluation du risque de collision et calcul de manoeuvres optimales pour l'évitement et le rendez-vous*, PhD thesis, Université de Toulouse, délivrée par l'INSA de Toulouse. Soutenue en décembre 2015.
- [3] R. SERRA, D. ARZELIER, M.M JOLDES, A. RONDEPIERRE, *Probabilistic Collision Avoidance for Long-term Space Encounters via Risk Selection*, Advances in Aerospace Guidance, Navigation and Control, Springer, Part IV, pp 679-698, 2015. Selected Paper of the 3rd CEAS Specialist Conference on Guidance, Navigation and Control (EUROGNC), Toulouse, April 2015.
- [4] R. SERRA, D. ARZELIER, M. JOLDES, J.-B. LASSERRE, A. RONDEPIERRE, B. SALVY, *Fast and Accurate Computation of Orbital Collision Probability for Short-Term encounters*, Journal of Guidance, Control, and Dynamics, 2016.