

Méthode d'identification de coefficients aérodynamiques à partir de mesures recueillies lors de vols instrumentés

Vincent CONDAMINET, LMNO, Université de Caen Normandie

Franck DELVARE, LMNO, Université de Caen Normandie

Christophe GRIGNON, DGA Techniques Terrestres

Settie HEDDADJ, Nexter Munitions

Nous présentons, ici, une partie des travaux réalisés dans le cadre du Peps Amies MéCAVol (Méthode d'Identification de Coefficients Aérodynamiques à partir de mesures recueillies lors de vols instrumentés) en partenariat avec l'entreprise Nexter Munitions.

L'identification précise des paramètres aérodynamiques des projectiles balistiques est, pour des raisons de sécurité et d'efficacité en situation opérationnelle, un enjeu majeur pour la communauté aérobalistique. Celle-ci peut être réalisée en utilisant des codes de calcul CFD, des essais en soufflerie, ou des techniques d'identification [2, 3] basées sur l'observation du vol réel des projectiles lors de tirs instrumentés. Cette dernière technique revient à identifier les paramètres d'un système dynamique, composé des équations de la mécanique du vol, modélisant la trajectoire du projectile.

Le principe de notre méthode est de chercher parmi l'ensemble des trajectoires admissibles (solutions du système dynamique), celle (et donc les coefficients aérodynamiques et les conditions initiales associés) qui est la plus proche des données mesurées lors du tir instrumenté. En situation réelle, du fait de l'instrumentation, les données, éventuellement disponibles que sur une partie de la trajectoire, sont bruitées avec une fréquence d'acquisition fixée. Du point de vue mathématique, nous définissons une suite de problèmes d'optimisation non linéaire sous contrainte. Les fonctionnelles font intervenir un terme d'attache aux données, exprimant l'écart entre les données mesurées et la trajectoire optimale, et un terme de régularisation [1], permettant de prendre en compte des instants où aucune mesure n'est disponible et exprimant l'écart entre deux trajectoires optimales successives. La contrainte caractérise, quant à elle, les solutions du système dynamique.

La méthode est tout d'abord validée numériquement en utilisant un exemple académique pour lequel le système dynamique est intégrable. Elle est ensuite appliquée aux vols réels de projectiles flèches (tir tendu avec des coefficients aérodynamiques constants au cours du vol) et de projectiles gyro-stabilisés (tir courbe avec des coefficients aérodynamiques non constants).

Références

- [1] CIMETIÈRE, A. DELVARE, F. JAOUA, M. PONS, F., *Solution of the Cauchy problem using iterated Tikhonov regularization*, Inverse Problems, 2001.
- [2] CONDAMINET, V. DELVARE, F. CHOÏ, D. DEMAILLY, H. GRIGNON, C. HEDDADJ, S., *Identification of aerodynamic coefficients of a projectile and reconstruction of its trajectory from partial flight data*, Computer Assisted Methods in Engineering and Science, 2014.
- [3] DOBRE, S. ALBISSIER, M. BERNER, C. BERNARD, L. GRIGNON, C., *Identification of the Aerodynamic Coefficients of a 155mm Artillery Shell Based on Free Flight Data*, 29th International Symposium on Ballistics, 2016.

Vincent CONDAMINET, Laboratoire de Mathématiques Nicolas Oresme. CNRS UMR 6139. Université de Caen Normandie BP 5186. 14032 Caen Cedex.

`vincent.condaminet@unicaen.fr`

Franck DELVARE, Laboratoire de Mathématiques Nicolas Oresme. CNRS UMR 6139. Université de Caen Normandie BP 5186. 14032 Caen Cedex.

`franck.delvare@unicaen.fr`

Christophe GRIGNON, DGA Techniques Terrestres. Rocade Est - Échangeur de Guerry. 18021 Bourges Cedex.

`christophe.grignon@intradef.gouv.fr`

Settie HEDDADJ, Nexter Munitions. 7 route de Guerry. 18023 Bourges Cedex

`s.heddadj@nexter-group.fr`