

Bayesian inference for the identification of model parameters in atmospheric entry problems

Auteur : Bosco, Anthony

Promoteur(s) : Arnst, Maarten

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil physicien, à finalité approfondie

Année académique : 2018-2019

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/7860>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Bayesian inference for the identification of model parameters in atmospheric entry problems

Anthony Bosco

Master in engineering physics

Advisor: Maarten Arnst

Academic year 2018-2019

When a spacecraft undergoes atmospheric entry, it is submitted to extreme heating resulting from the formation of an hypersonic shock, requiring the use of a thermal protection system (TPS). Ablative heat shield composed of phenolic resin (PICA) protect the vehicle, notably due to the pyrolysis process. The pyrolysis is the thermal degradation of the resin resulting from the exposition to elevated temperatures. When the ablative material is heated, it reacts by releasing gases and forming char. The pyrolysis gases released in the porous material can move towards the surface of the TPS and create a heat blockage effect.

The chemical model of the pyrolysis process requires the identification of model parameters that fits experimental measurements. Probabilistic methods for the identification of these parameters allows the quantification of the uncertainties resulting from error an experimental measurements. Current probabilistic methods used in the estimation of parameters for the pyrolysis process are based on Metropolis-Hastings, which can require a certain amount of tuning to explore the probability density of the parameters such that more robust alternative are sought. Inference methods, such as Hamiltonian Monte Carlo, that use information on the geometry of the posterior density are good candidate due to the low amount of tuning they usually require.

The goal of this work is to develop these methods and apply them to the estimation of parameters in pyrolysis models. To do so, an efficient method for the computation of the gradients required had to be developed using a discrete adjoint method based on the numerical solution of the pyrolysis model. The Hamiltonian Monte Carlo algorithm and a method based on a system of dynamical stochastic differential equations were considered and applied to a simplified pyrolysis model to which it provided satisfactory results. It was then extended to a multiple reaction model, showing promising results.