https://lib.uliege.be https://matheo.uliege.be

Master thesis and internship[BR]- Master's Thesis : Optimal criterion to define convergence in unsteady CFD simulations for applications in Formula 1 car aerodynamics[BR]- Internship (linked to master's thesis)

Auteur : Cotteleer, Léo
Promoteur(s) : Terrapon, Vincent
Faculté : Faculté des Sciences appliquées
Diplôme : Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "aerospace engineering"
Année académique : 2019-2020
URI/URL : http://hdl.handle.net/2268.2/9082

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.

Optimal criterion to define convergence in unsteady CFD simulations for applications in Formula 1 car aerodynamics

Léo Cotteleer

Supervisor : Vincent Terrapon

Master in Aerospace Engineering
Academic year 2019 - 2020

Abstract

Computational Fluid Dynamics (CFD) analyses have become a tool of choice to deepen physical understanding and a precious help to solve practical problems. In the light of the continuous enhancement in computer power, the use of this new numerical tool is not planned to stop. This growth in computing capacity is leading to an increasing interest in scale-resolving turbulence such as detached-eddy simulation (DES). The unsteady pattern of the flow in Formula 1 racing therefore results to simulations that are very computational resources consuming. The resolution of numerous turbulent scales requires small time steps. In addition, time-dependent simulations take time to develop from arbitrary initial conditions to a statistically stationary state such that long samples are necessary for reliable statistical estimates. The initial transient duration and the required simulation time are highly case-specific, user burden and a priori unknown.

This work introduces a methodology that automates the initial transient estimation during a numerical CFD simulation and the prediction of the required simulation time to obtain reliable statistics. The techniques rely on statistical considerations for aerodynamic quantities of interest and have shown satisfactory results, in line with the a posteriori intuitions. In the two first parts, a rigorous mathematical background is provided and the methodology is described as well as its previous versions. In particular, a chapter is dedicated to the estimation of the statistical error by means of a second order model. The discussions and results provide a wide range of implementation issues and test cases. Especially, Delayed Detached Eddy Simulations (DDES) are performed for common bluff bodies (high angle-of-attack airfoil, triangular cylinder, rotating circular cylinder). Finally, the methodology has been implemented as a User-Defined Function (UDF) in ANSYS Fluent and in the last chapter are exposed the different interesting quantifications that can be extrapolated from the methodology. A concise summary of the main outcomes is provided in the conclusion. The latter is written in such a way that each principle finding is linked to the corresponding section.