

Abstract

In this study, OpenFOAM's large eddy simulation (LES) capability is used to evaluate adaptive mesh refinement (AMR) on a non-reacting Sandia helium plume, a case that exhibits similar plume dynamics to a large-scale fire. The study compares first and second order statistics, puffing frequency, LES resolution and CPU cost of representative static and AMR cases. The comparison is made between available experimental and past simulation results. A sensitivity study on different AMR parameters and dynamic turbulence model's performance with AMR is performed. AMR cases have shown a good relative accuracy in the first and second order statistics, compared to a case with static mesh and otherwise identical settings, experimental results and to other simulation results available in literature. No large savings in CPU cost were found for the chosen case study, as it was possible to provide a static mesh that has a comparable number of cells to an AMR case. The parameter study has shown that specie mass fraction or a normalized magnitude of a strain rate or vorticity are equally good choices for refinement field, when paired with a less frequent refinement. Adding refinement levels, thus starting with a coarser mesh, influenced the second order statistics negatively by altering the entrainment, which had already been slightly modified by AMR itself. Additionally, AMR had shown to produce equally accurate results with two dynamic turbulence models, Dynamic Smagorinsky and Constant Smagorinsky. These findings suggested that AMR might be more beneficial to be used in cases where the static mesh cannot be determined a priori.

Sammanfattning

I denna studie används OpenFOAM's Large Eddy Simulation (LES) kapabilitet för att undersöka en adaptiv gridcell förfining (AMR) på en icke-reagerande Sandia heliumplym experiment som uppvisar liknande dynamik som en storskalig plym vid öppna bränder. Studien jämför första och andra ordningens statistik, frekvens, LES-noggrannhet och CPU-kostnaden av en representativ statisk och AMR-fallen. Jämförelsen är gjord med tillgängliga experimentella och andra simuleringsresultat. Sensitivitetstudie på olika AMR-parametrar och dynamiska turbulensmodeller genomfördes. AMR har visat god relativ noggrannhet i första och andra ordningens statistik, jämfört med ett scenario med statiska gridceller och annars identiska inställningar, experimentella resultat och andra simuleringsresultat tillgängliga i litteraturen. Inga stora besparingar i CPU-kostnaden hittades för den valda fallstudien eftersom det var möjligt att tillhandahålla en statisk gridcellfördelning som har jämförbart antal gridceller med AMR. Parameterstudie har visat att massfraktion av en art eller normaliserade magnitud av töjningshastighet eller vorticitet är ett lika bra val för förfining av gridceller i kombination med mindre förfiningsfrekvens. Att lägga till förfiningsnivåer, och därmed börja med grövre gridceller, påverkade den andra ordningens statistik negativt genom förändringen i luftintaget som redan var obetydligt påverkad av AMR innan. Dessutom har AMR visat sig ge lika bra resultat med två dynamiska turbulensmodeller, Dynamic Smagorinsky och Constant Smagorinsky. Dessa resultat tyder på att AMR kan vara mer fördelaktig att användas i de fall där statiska gridceller inte kan fastställas i förväg.