

Master thesis : Performance evaluation and optimization of a GPU-enabled Discontinuous Galerkin code

Auteur : D'Antonio, Marco

Promoteur(s) : Geuzaine, Christophe

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Cours supplémentaires destinés aux étudiants d'échange (Erasmus, ...)

Année académique : 2021-2022

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/15924>

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.

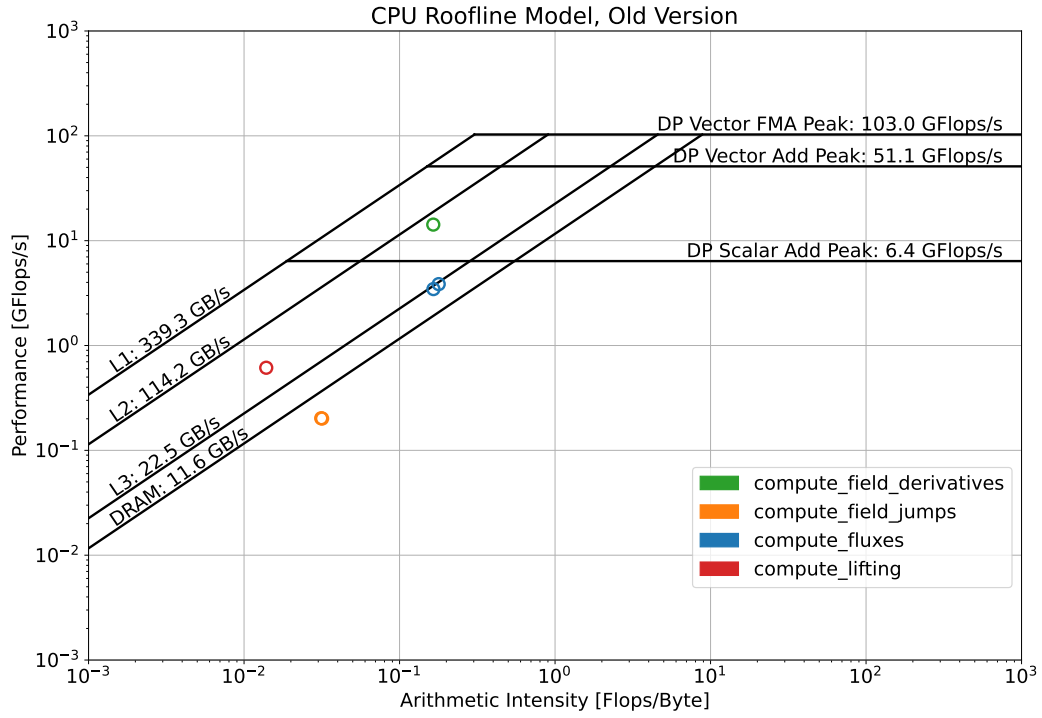


Figure 1: Roofline analysis of the CPU kernels of Gmsh DG before applying any optimization to the codebase.

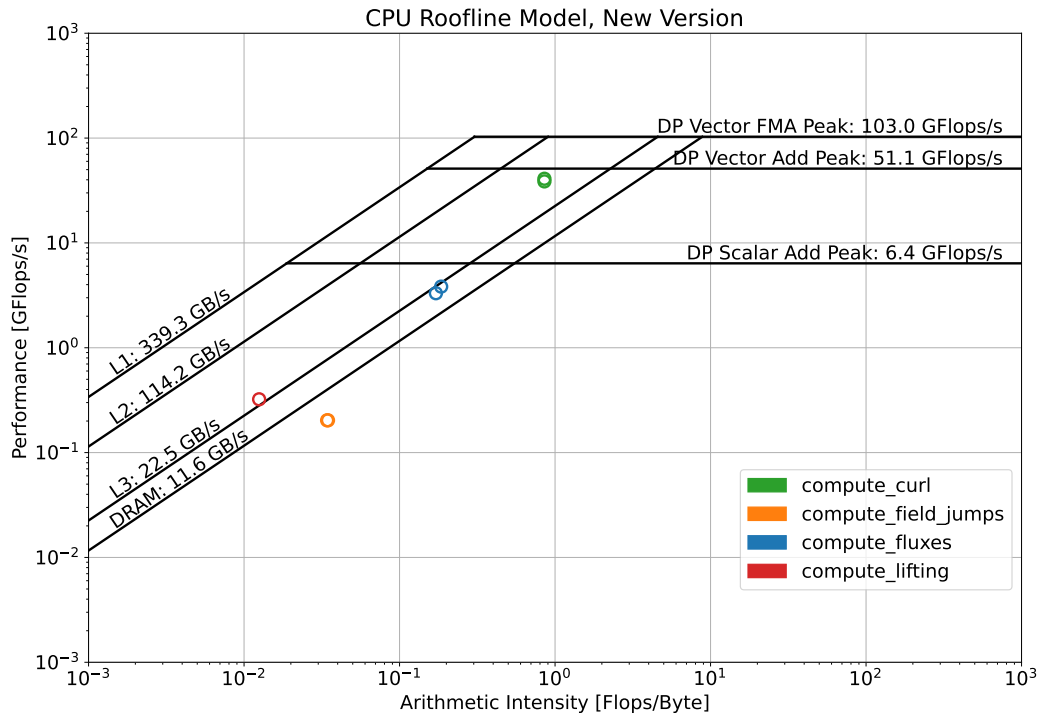


Figure 2: Roofline analysis of the CPU kernels of Gmsh DG after applying the optimization to the codebase. The performance of the differentiation kernel (now curl, after kernel fusion) has considerably improved.

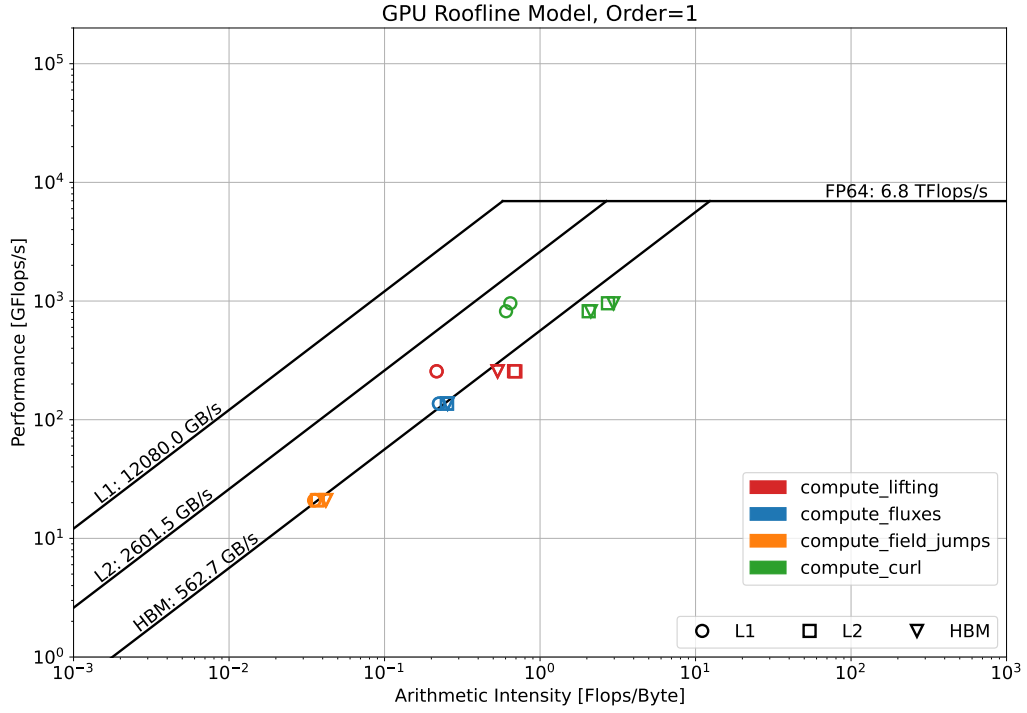


Figure 3: Roofline analysis of the GPU kernels of Gmsh DG after applying the optimizations, at first-order approximation.

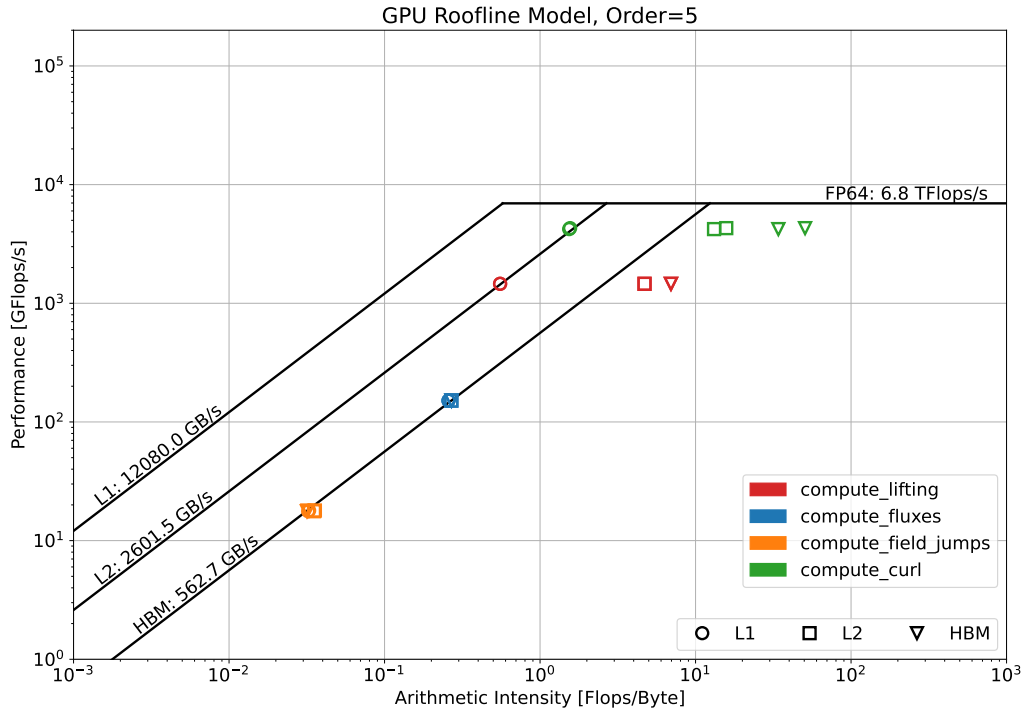


Figure 4: Roofline analysis of the GPU kernels of Gmsh DG after applying the optimizations at fifth-order approximation. The arithmetic intensity of some kernels has increased, allowing to unlock almost peak performance.

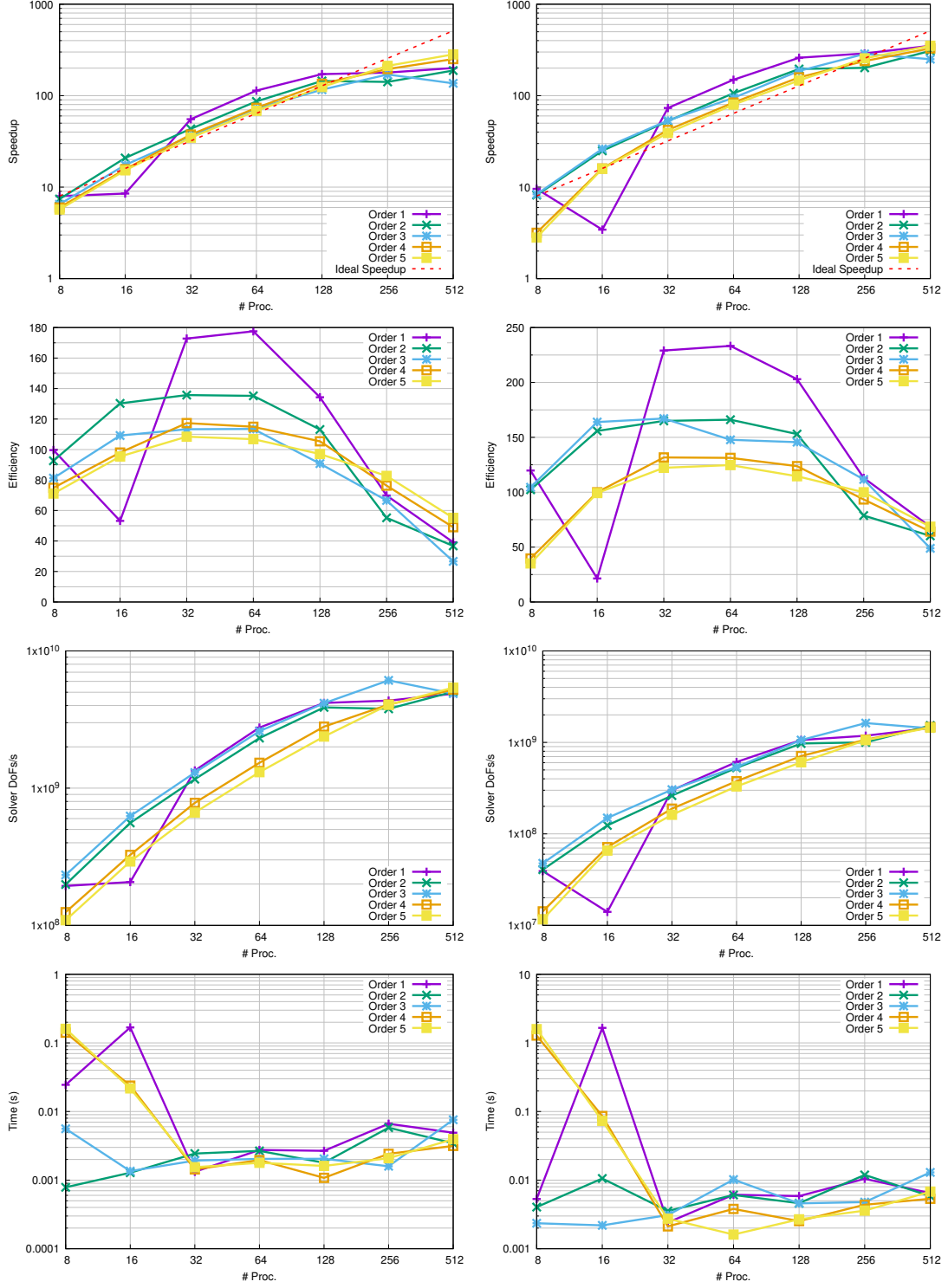


Figure 5: Strong scaling analysis of the solver on eight nodes, using different time integration methods: leapfrog on the left and RK4 on the right. The plots show respectively: speedup, efficiency, degrees of freedom per second and communication time. The speedup and performance are optimal until the saturation of bandwidth.

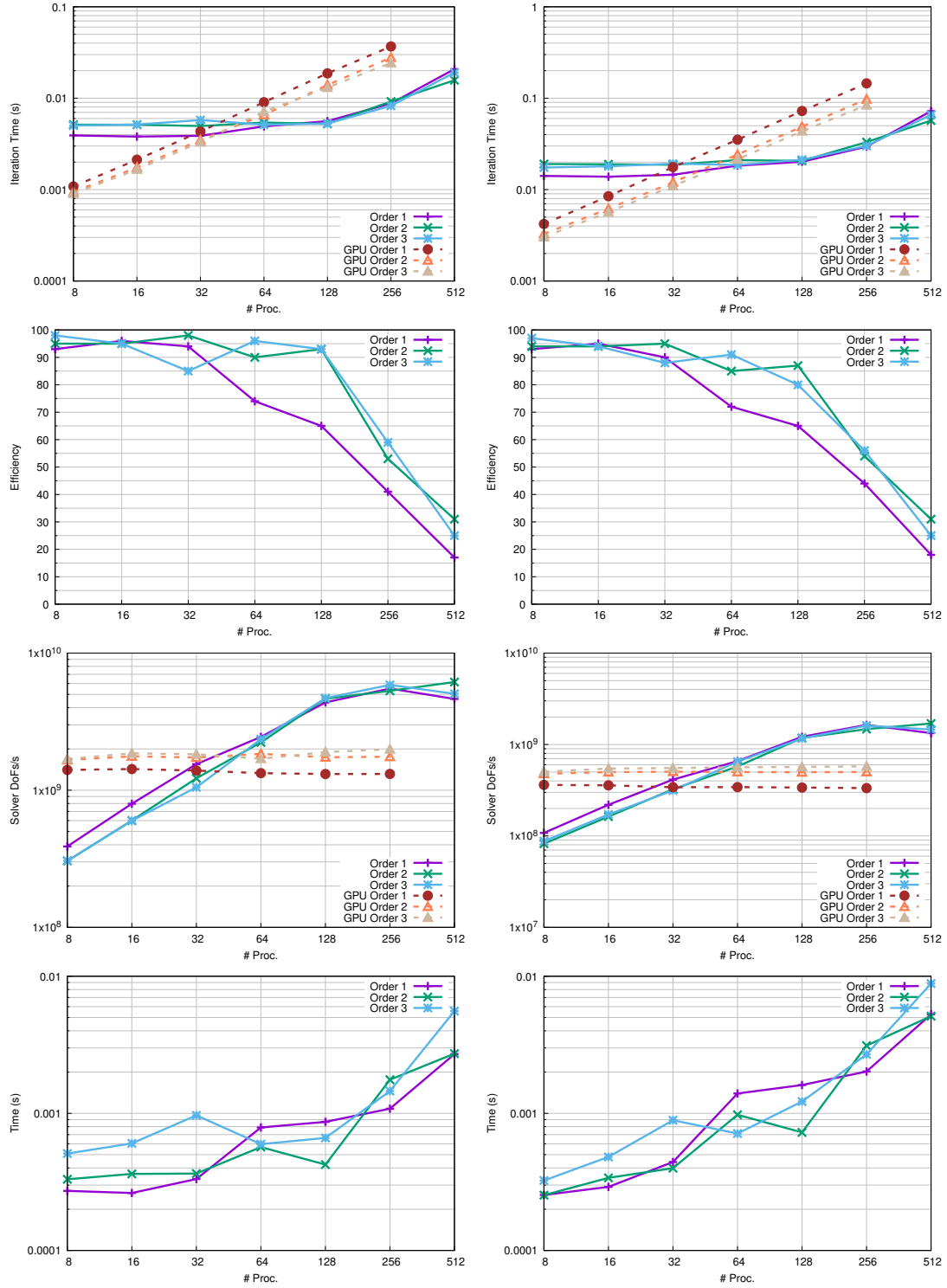


Figure 6: Weak scaling analysis of the solver on eight nodes, using different time integration methods: leapfrog on the left and RK4 on the right. The plots show respectively: iteration time, efficiency, degrees of freedom per second and communication time. Here is also visible the GPU performance on the same meshes used for the weak scaling measurements.

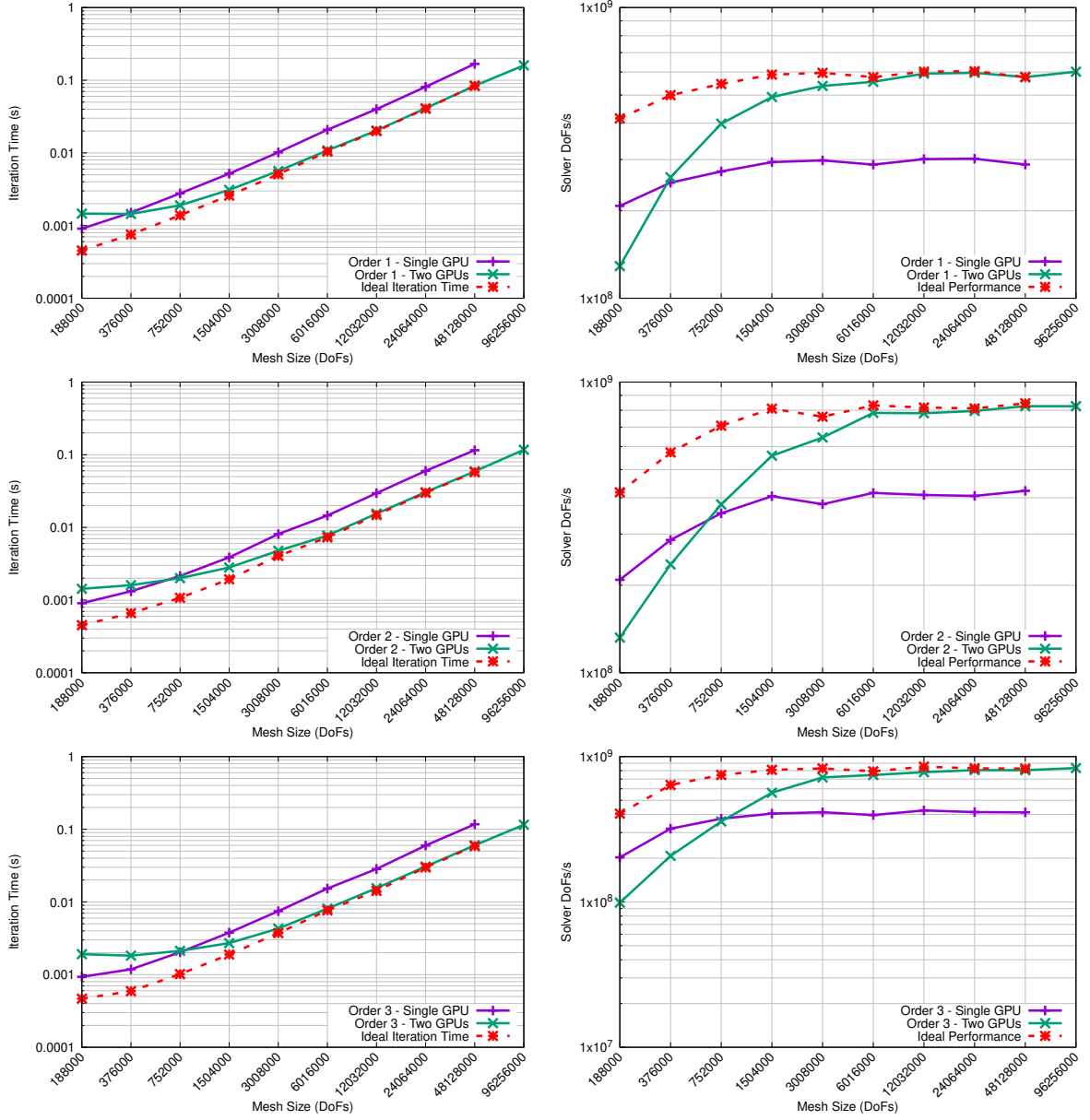


Figure 7: Scaling analysis of the solver on one node at approximation order one, two and three using the leapfrog method. The plots show: iteration time (left), degrees of freedom per second (right). We can see that, as the problem size increases, performance gets optimal.