

Titre : Développement de l'approche « Thick Level Set » dans un cadre 3D parallèle

Mots clés : TLS, fracture, parallèle, two-scale, adaptation de maillage

Résumé : La simulation en quasi statique de fissures complexes en 3D avec des matériaux quasi-fragiles est encore difficile à aborder de nos jours. De nombreuses méthodes et modèles proposent des solutions partielles à ce problème. Le modèle Thick Level Set (TLS), utilisant une approche combinant la mécanique de l'endommagement et la représentation explicite des fissures, permet, dans la simulation, l'initiation de fissures et leurs croissances complexes (coalescence ou ramification en suivant des chemins sinueux). Dans cette thèse, nous montrons que la mise en œuvre de ce modèle dans un contexte 3D parallèle fournit un outil précis, polyvalent et avec un bon potentiel d'adaptabilité au parallélisme.

En ce qui concerne la précision, un nouvel outil appelé « algorithme de double coupe », laisse passer une zone complètement endommagée dans un élément de maillage sans condition de taille. Cet outil a amélioré la mise en œuvre existante de la TLS et apporte également un moyen d'optimiser la discrétisation en grossissant le maillage dans le sillage des fronts de fissure. Cette adaptation réduit

la taille du problème mécanique discrétisé et, par conséquent, les efforts de résolution du système linéaire algébrique associé.

En ce qui concerne l'adaptabilité au parallélisme, le goulot d'étranglement est le temps de résolution du système algébrique et la consommation de mémoire associée. La stratégie développée dans cette thèse, pour la résolution parallèle de ces systèmes, commence par une approche de base. Ensuite, pour améliorer l'adaptabilité au parallélisme des méthodes liées à la décomposition de domaine et au multi-échelle sont investiguées. Le reste des tâches de résolution de la TLS sont quant à elles partiellement parallélisées. La principale préoccupation est d'obtenir un outil qui globalement sera plus rapide ou capable de traiter des problèmes plus importants, si on lui fournit plus d'unités de traitement.

Enfin, certains cas tests illustrent les résultats obtenus avec une implémentation 3D parallèle.

Title : Thick Level Set model implementation in 3D parallel context

Keywords : TLS, Fracture, parallel, two-scale, mesh adptation

Abstract : A complex quasi-brittle material, quasi-static, 3D fracture simulation is still hard to tackle nowadays. Many methods and models propose partial solutions to this problem. The Thick Level Set (TLS) model, by using an approach mixing damage mechanics with explicit crack representation, provides an easy fracture initiation, a complex crack growing capability (coalescing or branching) and an accurate tortuous fracture path. In this thesis we will demonstrate that the implementation of this model in a parallel 3D context provides an accurate, potentially scaling and versatile tool.

Regarding the accuracy, a novel tool called the "double cut algorithm" has enhanced the existing TLS implementation by letting pass a straight fully damaged zone in a mesh element without any condition on its size. This tool also brings a way to optimize discretization by coarsening the mesh in a crack front wake.

This adaptation reduces the discrete mechanical problem size and therefore the linear algebra resolution effort.

As far as the scaling is concerned, the bottleneck is the linear algebra resolution time and its associated memory consumption. The parallel solving strategy developed in this thesis to tackle this problem, starts first with a basic approach and show increasing scalability by switching to a domain decomposition like method and then to the two-scale method. Other TLS tasks are also partially parallelized. The main concern is to obtain a tool that either runs faster or is able to treat a larger problem if we provide many more computational unit.

In the end, some test cases illustrate obtained results with a parallel 3D implementation.