Algèbre Linéaire Creuse Parallèle pour les Méthodes Directes : Application à la Parallélisation d'un Code de Mécanique des Structures *

David Goudin[1], Pascal Henon[1], François Pellegrini[1], Pierre Ramet[1], Jean Roman[1], et Jean-Jacques Pesqué[2]

[1] LaBRI, UMR CNRS 5800, ENSERB et Université Bordeaux 1
351, cours de la Libération, F-33405 Talence, France
{goudin|henon|pelegrin|ramet|roman}@labri.u-bordeaux.fr

[2] CEA/CESTA, BP 2, 33114 Le Barp, France
pesque@bordeaux.cea.fr

Ce travail est relatif à la parallélisation du code OSSAU du CEA/CESTA qui est un code industriel vectorisé de mécanique des structures, non linéaire en temps et en deux ou trois dimensions d'espace. C'est un code de calcul de structure par éléments finis qui résout les équations de la mécanique des milieux continus en statique ou en dynamique (quand les effets d'inertie sont négligeables) ; il calcule donc la réponse d'une structure à diverses sollicitations (forces ponctuelles, pressions, dilatations thermiques, accélérations diverses). La réponse de la structure est caractérisée par les déplacements aux nœuds de la discrétisation par éléments finis ; ce sont ces déplacements qui constituent le vecteur inconnu du système à résoudre $Ku = F$, le chargement constituant le second membre de ce système. A partir du déplacement u, on calcule les contraintes dans la structure ; dans le cas d'apparition de grands déplacements ou d'une plastification, le problème devient non linéaire (on peut pour simplifier considérer que la matrice K de l'itération $p+1$ est fonction de u calculé à l'itération p). Les contraintes dans une structure permettent de prévoir la destruction éventuelle de celle-ci.

Dans le cadre d'une collaboration entre le CEA/CESTA et l'équipe **ALiENor** du LaBRI, la parallélisation d'OSSAU a été envisagée. Plus précisemment, une chaîne complète de traitement parallèle pour l'assemblage et pour la résolution par méthode directe de grands systèmes linéaires creux est en cours de construction pour des calculateurs MIMD à mémoire distribuée, avec pour objectif final une validation en vraie grandeur sur le code OSSAU.

La présentation proposée consistera à décrire cette chaîne dans laquelle sont mises en œuvre toutes les techniques avancées concernant l'algèbre linéaire creuse parallèle pour les méthodes directes :

– méthode de renumérotation basée sur un couplage fin de la *dissection emboîtée* et du *degré minimum* suivi d'une amalgamation ;
– factorisation symbolique par bloc en temps linéaire ;
– repartitionnement / distribution optimisé des blocs pour la factorisation et issu d'une simulation logique des calculs ;
– solveur parallèle par bloc associé et basé sur une stratégie multifrontale avec agrégats locaux des contributions (effet *fan - in*) ;
– distribution des éléments pour l'assemblage induite par celle des blocs de la matrice.

Des mesures de performances seront données sur calculateur IBM SP2 pour des cas tests en vraie grandeur.

* Ce travail est supporté par le CEA/CESTA sous le contrat No. 7V1555AC, et par le Thème iHPerf du GDR ARP du CNRS.