

## Un solutore strutturale esplicito su GPU per elementi finiti di guscio

Andrea Bartezzaghi<sup>1</sup>, Massimiliano Cremonesi<sup>2</sup>, Nicola Parolini<sup>3</sup>, Umberto Perego<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CMCS, MATHICSE, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Switzerland

E-mail: [andrea.bartezzaghi@epfl.ch](mailto:andrea.bartezzaghi@epfl.ch)

<sup>2</sup> Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Politecnico di Milano, Milano, Italia

E-mail: [massimiliano.cremonesi@polimi.it](mailto:massimiliano.cremonesi@polimi.it), [umberto.perego@polimi.it](mailto:umberto.perego@polimi.it)

<sup>3</sup> MOX, Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano, Milano, Italia

E-mail: [nicola.parolini@polimi.it](mailto:nicola.parolini@polimi.it)

**Keywords:** dinamica esplicita, soluzione su scheda grafica

In molti campi dell'ingegneria c'è un crescente interesse verso la simulazione numerica di problemi alla grande scala con un numero di incognite estremamente elevato (milioni in generale). I moderni computer, anche se dotati di architettura multi-core, non permettono di effettuare questo tipo di simulazioni. Nasce quindi la necessità di appoggiarsi a supercomputer o cluster. Una valida alternativa è però costituita dalle schede grafiche (GPU). Grazie alla loro struttura permettono di eseguire porzioni di codice in modo altamente parallelo. Grazie poi allo sviluppo di uno specifico linguaggio di programmazione (CUDA), l'utilizzo di schede grafiche può diventare una valida risorsa per le simulazioni ingegneristiche di grande scala.

In questo lavoro si propone un metodo per risolvere problemi di dinamica esplicita utilizzando elementi finiti di guscio in grandi spostamenti e piccole deformazioni. Per sfruttare pienamente le potenzialità di calcolo delle GPU, viene proposta una nuova implementazione delle differenze finite centrali. Inoltre per garantire la maggior generalità e flessibilità, nella risoluzione si utilizzano un'aritmetica in doppia precisione e mesh non strutturate (contrariamente a quanto avviene nella maggior parte dei risultati presenti in letteratura). Per ottimizzare al massimo le prestazioni, l'esecuzione del codice avviene interamente sulla scheda grafica, minimizzando le comunicazioni con il processore.

Grazie a questa implementazione originale ed altamente ottimizzata e ad un attento utilizzo della memoria, si possono raggiungere prestazioni notevoli anche con una singola scheda grafica. In alcuni casi si riesce a raggiungere anche il calcolo in tempo reale. Utilizzando invece una scheda di calcolo di ultima generazione si riescono a risolvere problemi con milioni di gradi di libertà in poche ore di calcolo.

### References

- [1] A. Bartezzaghi, M. Cremonesi, N. Parolini, U. Perego "An explicit dynamics GPU structural solver for thin shell elements" *Computers & Structures*, DOI:10.1016/j.compstruc.2015.03.005, (2015).
- [2] S. Georgescu, P. Chow, H. Okuda, "Acceleration for FEM-based structural analysis", *International journal for numerical Method in Engineering*, **Vol 20(2)**, (2013).
- [3] M. Papadrakakis, G. Stavroulakis, A. Karatarakis, "A new era in scientific computing: Domain decomposition methods in hybrid CPU-GPU architectures", *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, **Vol200(13-16)**, pp.1490-1508, (2011).