

Applicativi per la fluidodinamica computazionale e l'analisi strutturale

Maurizio Cremonesi, Paolo Ramieri

CILEA, Segrate

Abstract

Elenchiamo e descriviamo brevemente gli applicativi disponibili sui server di calcolo del CILEA per realizzare simulazioni di analisi strutturale e fluidodinamica.

We list and briefly describe the packages available on CILEA computing platforms for performing structural analysis and fluid-dynamics simulations.

Keywords: Modellazione numerica, Analisi strutturale, Fluidodinamica computazionale.

Nello studio del comportamento di strutture complesse soggette ad effetti fisici di vario tipo, è indubbia l'utilità e l'importanza di sviluppare codici di calcolo originali, specifici per il problema. Spesso, tuttavia, può essere utile, se non addirittura necessario, utilizzare codici ingegnerizzati nella struttura e nella documentazione per affrontare l'analisi e generare i risultati dello studio di modelli complessi, in modo industriale. Per questi motivi, da sempre, il CILEA ha cercato di mettere a disposizione della propria utenza, accademica ed industriale, gli applicativi commerciali di maggiore diffusione, che del resto traggono origine, dai risultati della ricerca universitaria stessa.

Allo scopo di fornire un'informazione il più possibile aggiornata sullo stato di questo impegno, elenchiamo qui i programmi disponibili, ricordando all'utenza interessata di rivolgersi al personale della Sezione Calcolo ad alte prestazioni e Applicazioni Scientifiche e Ingegneristiche [1] per informazioni specifiche e modalità di utilizzo.

I programmi elencati sono installati sulle piattaforme di calcolo Galileo [2], Avogadro [3], Golgi [4] mentre il pre-post processing trae vantaggio dall'utilizzo dei nodi specializzati che permettono di usufruire del servizio di grafica remota ad alte prestazioni [5].

Programmi per l'analisi strutturale

– *MD Nastran* [6] – permette di effettuare analisi di statica lineare, *normal modes*, bu-

ckling, trasferimento di calore, risposta in frequenza e fenomeni transienti, analisi spettrale, aeroelasticità. Si può simulare praticamente ogni tipo di materiali, inclusi compositi e iperelastici.

- *MARC* – solutore implicito per lo studio di comportamenti non lineari, adatto alla simulazione di strutture soggette a grandi deformazioni come nel caso di metalli sotto tensione o sotto sforzo termico; permette inoltre di simulare il comportamento non lineare di parti in contatto, anche considerando effetti di frizione.
- *DYTRAN* – solutore esplicito per l'analisi non lineare, in grado di simulare eventi di breve durata che coinvolgono materiali a elevata deformazione e interazioni fluido-struttura.
- *LS-DYNA* – è adatto a studiare la risposta non lineare di strutture tridimensionali inelastiche, in particolare gli effetti di "crash". Dispone di una grande collezione di elementi, modelli materiali e interfacce di contatto.
- *MD PATRAN* – ambiente grafico per l'analisi di strutture e componenti meccaniche. Contiene tra l'altro moduli per realizzare vari tipi di analisi meccaniche. Permette di importare ed esportare modelli in vari formati, tra i quali NASTRAN, ABAQUS, ANSYS.
- *SOFY* – ambiente di sviluppo di modelli a elementi finiti. Perfettamente integrato con i solutori MSC, permette di automatizzare i

processi di analisi dei modelli e di aggiungere specifiche funzionalità.

- *ABAQUS/Standard* – solutore a elementi finiti di tipo implicito per analisi strutturale lineare e non lineare e del trasferimento di calore. Dispone di una ricca libreria di proprietà materiali. Permette analisi di tipo statico, dinamico, acustico, piezoelettrico, con condizioni di contatto molto generali.
- *ABAQUS/Aqua* – permette di effettuare simulazioni di tubature o cavi sommersi.
- *ABAQUS/Explicit* – solutore a elementi finiti di tipo esplicito per analisi strutturali non lineari. Al pari di ABAQUS/Standard, include una ricca libreria di proprietà di materiali e di geometrie di elementi.
- *ABAQUS/Design* – per analisi di sensitività dei modelli, utile a comprendere gli effetti di modifiche allo scopo di ottimizzare il disegno del modello.
- *ABAQUS/CAE* – ambiente grafico interattivo, integrato con i solutori ABAQUS, per la messa a punto di modelli e la visualizzazione dei risultati.
- *ANSYS* – per analisi che tengano conto di effetti fisici di tipo meccanico, termico, acustico, piezoelettrico, elettrico, fluidodinamico, elettro magnetico. ANSYS combina entrambi i metodi, diretto e indiretto, dell'analisi a campi accoppiati (*coupled-field*).

Programmi per la fluidodinamica

- *FLUENT* – solutore CFD per un ampio spettro di fluidi complessi, da quelli a regime incomprimibile a quelli altamente comprimibili. I modelli fisici a disposizione permettono di predire flussi turbolenti e laminari, diverse modalità di trasferimento di calore, di reazioni chimiche, di flussi multifase e di numerosi altri fenomeni connessi. FLUENT è disponibile sui sistemi di supercalcolo del CILEA anche in versione parallela (fino a 32 cpu), con un'ottima resa in termini di scalabilità ed efficienza.
- *GAMBIT* – generatore di geometrie e di griglie di calcolo per FLUENT. Fornisce un ambiente integrato dove è possibile sfruttare le tecnologie di *preprocessing* presenti in FLUENT con le capacità di gestione e gli strumenti di generazione di griglie proprie di un software CAD.
- *TGRID* – preprocessore specializzato nella creazione di griglie non strutturate con elementi tetraedrici, utile per superfici di calcolo molto ampie e complesse. Possiede stru-

menti di importazione da altri software tra i quali GAMBIT, ANSYS, NASTRAN, PATRAN.

- *FIDAP* – molto usato per la modellazione di fluidi in ambito biomedico, nello studio dei semiconduttori, nell'industria metallurgica e del vetro. Si basa sul metodo agli elementi finiti e consente analisi parametriche tramite la modifica automatica delle proprietà dei materiali o delle condizioni operative coinvolte.
- *CFX* – per analisi di tipo fluidodinamico con trasporto di calore, con ambito di applicazioni estremamente ampio. Caratterizzato da robustezza e accuratezza, è adatto a risolvere problemi di tipo ingegneristico. Propone funzionalità per la generazione completamente automatica delle griglie di calcolo. Disponibile anche la versione parallela, attualmente limitata a 2 cpu ma ampliabile su richiesta.
- *STAR-CD* – offre efficaci metodi numerici, con l'alto livello di accuratezza necessario per la soluzione delle griglie non strutturate particolarmente complesse. È dedicato alla simulazione numerica in due o tre dimensioni di flussi turbolenti chimicamente reattivi per applicazioni industriali, energetiche, ambientali e biomediche ed è utilizzato sia in fase di sviluppo prodotto che di ricerca. Il solutore ha pochissima dipendenza dal tipo e dalla qualità della griglia di calcolo, che può quindi comprendere anche elementi tetraedrici particolarmente distorti. Da segnalare le ottime prestazioni in termini di tempi di calcolo per quanto riguarda l'analisi di flussi in regime transitorio. Al CILEA è disponibile anche la versione parallela su 4 cpu, ma tale numero è incrementabile su richiesta.

Bibliografia

- [1] URL: www.cilea.it/index.php?id=contatti&hpc
- [2] URL: www.supercomputing.it/At_Cilea/HP_Cluster_server_eng.htm
- [3] URL: www.supercomputing.it/At_Cilea/avogadro_eng.htm
- [4] URL: www.supercomputing.it/At_Cilea/golgi_eng.htm
- [5] C. Arlandini, M. Cremonesi, P. Dagna, M. Pirola, P. Ramieri, "Come usare i servizi di calcolo intensivo del CILEA", *Bollettino del CILEA*, n. 106, aprile 2007.
- [6] M. Cremonesi, "Nuovi applicativi MSC per l'analisi strutturale", *Bollettino del CILEA*, n. 107, giugno 2007.