



Contenuto archiviato il 2024-05-28



Space-Time Methods for Multi-Fluid Problems on Unstructured Meshes

Risultati in breve

Risolvere i problemi reali con la matematica applicata

Cosa accomuna gli tsunami, il sangue che scorre nelle nostre vene, la fusione nucleare, i terremoti, il rumore degli aerei e l'energia pulita? Per il progetto STIMULUS, finanziato dall'UE, tutti questi fenomeni condividono una formulazione matematica come i sistemi non lineari di leggi di conservazione iperbolica.



ENERGIA



RICERCA DI BASE



© Iakov Filimonov, Shutterstock

Le leggi di conservazione universalmente accettate, come la conservazione della massa, del momento e dell'energia, rappresentano i principi fisici più potenti a nostra disposizione per descrivere e comprendere i processi del mondo reale. Da un punto di vista matematico, il principio di conservazione conduce a equazioni differenziali a derivate parziali (Partial Differential Equations, PDE) non lineari la cui complessità ne impedisce generalmente un'esatta risoluzione. Tuttavia, l'utilizzo di

tecniche appropriate garantisce una soluzione approssimativa delle equazioni su un set finito di punti o elementi discreti (vale a dire la maglia computazionale).

Il percorso che va dalle equazioni originali alla soluzione del problema ridotto sulla maglia computazionale, che prende il nome di discretizzazione, conduce ai cosiddetti

schemi numerici per la soluzione delle PDE. “Sebbene i primi metodi numerici risalgano ai tempi di Newton e di Eulero, è solo con l’avvento dei computer moderni che è stato possibile risolvere le complesse equazioni differenziali a derivate parziali non lineari, che descrivono la conservazione della massa, del momento e dell’energia, in base a tempistiche accettabili e per casistiche rilevanti da un punto di vista pratico”, spiega il coordinatore del progetto Michael Dumbser.

Il progetto STIMULUS, condotto dall’Università di Trento, ha sviluppato nuovi metodi universali per la risoluzione delle leggi di conservazione iperbolica che possono essere applicate a numerosi problemi. Il raggiungimento di questo traguardo è stato reso possibile grazie alla fusione di due approcci tradizionalmente distinti alle leggi di conservazione non lineare, vale a dire il metodo dei volumi finiti e il metodo degli elementi finiti, in un unico quadro più generale.

Il carattere universale della matematica

Uno dei principali traguardi raggiunti dal progetto consiste in un’analisi teorica e nelle prime soluzioni numeriche di una nuova formulazione universale della meccanica del continuo. Secondo Dumbser tale aspetto consente ai ricercatori di descrivere per la prima volta i fluidi e i solidi esattamente con lo stesso sistema delle PDE. “Questi nuovi metodi numerici, che presentano un elevato livello di precisione, ci consentono di risolvere le leggi di conservazione in geometrie complesse nel contesto di numerose applicazioni,” afferma l’esperto. “Ad esempio, abbiamo sviluppato algoritmi estremamente efficienti e accurati che è possibile utilizzare per simulare la generazione e la propagazione delle onde acustiche in geometrie complesse, come quelle dei turboreattori, che contribuiscono alla riduzione dell’inquinamento acustico correlato agli aeroplani.”

Dumbser spiega che questi stessi algoritmi possono anche essere impiegati per la modellazione delle onde degli tsunami negli oceani e per la simulazione delle onde sismiche all’interno della Terra, consentendo in tal modo agli scienziati di elaborare previsioni più accurate dell’impatto dei terremoti. “In questo caso è possibile applicare gli stessi algoritmi numerici sviluppati per la simulazione del rumore degli aeroplani, anche se in campi completamente diversi,” afferma Dumbser. “Ciò è reso possibile grazie a una formulazione matematica universale del problema equivalente a quella di un sistema di leggi di conservazione.”

Utilizzando lo stesso approccio matematico, il progetto ha anche sviluppato nuovi schemi di simulazione dei flussi di plasma derivanti dal contesto della fusione a confinamento inerziale (Inertial Confinement Fusion, ICF). Dumbser sostiene che una delle principali difficoltà legate agli esperimenti ICF consiste nelle complesse instabilità di flusso che si verificano prima del processo di fusione. Per superare questo ostacolo, l’iniziativa STIMULUS ha proposto nuove tecniche matematiche che forniscono importanti indicazioni sugli aspetti fisici di queste instabilità di flusso

e, nel lungo termine, consentono di trovare nuove strategie per il controllo e la riduzione di tali fenomeni.

Verso la commercializzazione dei risultati

I ricercatori stanno attualmente lavorando alla commercializzazione dei risultati del progetto. “L’idea consiste nell’utilizzare i nostri nuovi schemi lagrangiani di alto ordine sullo spostamento delle maglie non strutturate per la simulazione di macchine rotanti quali turbine a gas, eoliche e idrauliche, che rappresentano i dispositivi meccanici più importanti attualmente utilizzati nella produzione di energia elettrica,” spiega Dumbser. “I nostri nuovi algoritmi presentano un livello di precisione di gran lunga più elevato rispetto a quelli tradizionali e sono anche in grado di risolvere funzioni di flusso di piccolissima entità come i vortici turbolenti nelle geometrie complesse.”

I ricercatori sperano di riuscire a realizzare le prove di concetto nel 2017.

Parole chiave

STIMULUS, fusione a confinamento inerziale (ICF), geometrie, matematica, meccanica del continuo, leggi di conservazione, massa, momento, energia, maglia computazionale

Scopri altri articoli nello stesso settore di applicazione



[Nuove descrizioni matematiche sono a una svolta](#)





La matematica offre una soluzione al traffico veicolare



Misurare e comprendere l'oscillazione terrestre con maggiore precisione



Un quadro più chiaro del mondo fisico grazie alla matematica



Informazioni relative al progetto

STIMULUS

ID dell'accordo di sovvenzione: 278267

Progetto chiuso

Data di avvio

1 Novembre 2011

Data di completamento

31 Ottobre 2016

Finanziato da

Specific programme: "Ideas" implementing the Seventh Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (2007 to 2013)

Costo totale

€ 918 000,00

Contributo UE

€ 918 000,00

Questo progetto è apparso in...

RIVISTA RESEARCH*EU



**Extreme space weather:
let's get ready**

Ultimo aggiornamento: 15 Marzo 2017

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/191263-solving-real-world-problems-with-applied-mathematics/it>

European Union, 2025