

 Zawartość zarchiwizowana w dniu 2024-05-28



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

Wyniki w skrócie

Rozwiązywanie problemów rzeczywistego świata dzięki matematyce stosowanej

Co wspólnego mają tsunami, krew krążąca w żyłach, reakcje jądrowe, trzęsienia ziemi, hałas samolotów i czysta energia? Według uczestników finansowanego ze środków UE projektu STIMULUS, wszystkie te zjawiska mają wspólny wzór matematyczny nieliniowych układów według hiperbolicznych praw zachowania.



ENERGIA



BADANIA
PODSTAWOWE



© Iakov Filimonov, Shutterstock

Uniwersalnie przyjęte prawa zachowania, np. prawo zachowania masy, pędu i energii, to jedne z silniejszych praw fizyki opisujących i wyjaśniających rzeczywiste procesy. Z matematycznego punktu widzenia, prawo zachowania prowadzi do nieliniowych częściowych równań różniczkowych (PDE), które są tak złożone, że na ogół nie można ich rozwiązać. Dysponując odpowiednimi technikami, można jednak je rozwiązać w przybliżeniu przy pomocy skończonego zbioru punktów lub elementów dyskretnych (np. siatki obliczeniowej).

Ten krok polegający na przejściu z pierwotnych równań do rozwiązania zredukowanego zadania siatki obliczeniowej, zwanego dyskretyzacją, prowadzi do tak zwanych schematów numerycznych dla rozwiązywania równań PDE. "Chociaż

pierwsze metody numeryczne pochodzą z czasów Newtona i Eulera, to jednak dopiero z nastaniem epoki współczesnych komputerów udało się rozwiązać złożone nieliniowe równania PDE opisujące zachowanie masy, pędu i energii w dopuszczalnym czasie i właściwie dla wszystkich istotnych przypadków", wyjaśnia koordynator projektu Michael Dumbser.

W ramach projektu STIMULUS realizowanego na Uniwersytecie Trydenckim we Włoszech opracowano uniwersalne metody służące do rozwiązywania hiperbolicznych praw zachowania, które można zastosować w wielu różnych zadaniach. Udało się to osiągnąć poprzez połączenie dwóch tradycyjnie odmiennych podejść do nieliniarnych praw zachowania – metodę skończonej objętości i metodę elementów skończonych – w ramach jednej, bardziej ogólnej metodologii.

Uniwersalny charakter matematyki

Jednym z głównych osiągnięć projektu było umożliwienie analizy teoretycznej oraz opracowanie pierwszego rozwiązania liczbowego do nowego uniwersalnego wzoru mechaniki ośrodków ciągłych. Według Dumbsera, naukowcy mogą teraz po raz pierwszy opisać płyny i części stałe za pomocą tego samego układu równań PDE. "Nowe metody numeryczne są bardzo dokładne i umożliwiają rozwiązywanie praw zachowania w złożonych geometriach w wielu różnych zastosowaniach", mówi. "Opracowaliśmy na przykład wysokowydajne i dokładne algorytmy, które można zastosować do symulacji wytwarzania i propagowania fal akustycznych w takich złożonych geometriach, jak turbodoładowane silniki, pozwalając na ograniczenie zanieczyszczeń generowanych przez samoloty".

Dumbser wyjaśnia, że te same algorytmy można również zastosować do modelowania oceanicznych fal tsunami oraz symulowania fal sejsmicznych przechodzących przez skorupę Ziemi, umożliwiając naukowcom skuteczniejsze przewidywanie skutków trzęsienia Ziemi. "Algorytmy numeryczne, które zostały opracowane na potrzeby symulacji hałasu przelatujących samolotów można zastosować do zupełnie innych celów", mówi Dumbser. "Jest to możliwe za sprawą tego samego uniwersalnego matematycznego sformułowania problemu jako układu praw zachowania".

Korzystając z tego samego podejścia matematycznego, uczestnicy projektu opracowali również nowe schematy symulacji płynnej plazmy powstającej w kontekście inercyjnej syntezy termojądrowej (ICF). W opinii Dumbsera, główną trudnością w eksperymentach dotyczących ICF są złożone niestabilności przepływów powstające jeszcze przed procesem łączenia. Aby pokonać te trudności, uczestnicy projektu STIMULUS zaproponowali nowe techniki matematyczne dostarczające szczegółowych informacji o fizyce niestabilności przepływów oraz umożliwiające w perspektywie długofalowej opracowanie strategii kontrolowania i ograniczania tych niestabilności.

W kierunku komercjalizacji

Badacze aktualnie pracują nad komercjalizacją wyników projektu. "Nasza koncepcja zakłada zastosowanie nowych bardziej znaczących funkcji Lagrange'a na poruszającej się niestrukturyzowanej siatce w celu symulacji maszyn obrotowych takich jak turbiny gazowe, wiatrowe i wodne, stanowiących najważniejsze urządzenia mechaniczne aktualnie używane do produkcji energii elektrycznej", wyjaśnia Dumbser. "Opracowane nowe algorytmy są o wiele dokładniejsze niż wcześniej stosowane, a ponadto umożliwiają rozkładanie bardzo małych cech przepływów, tj. turbulentnych wirów w złożonych geometriach".

Uczestnicy projektu liczą, że dowody słuszności koncepcji będą gotowe w 2017 r.

Słowa kluczowe

STIMULUS

inercyjna synteza termojądrowa (ICF)

geometrie

matematyka

mechanika ośrodków ciągłych

prawo zachowania

masa

pęd

energia

siatka obliczeniowa

Znajdź inne artykuły w tej samej dziedzinie zastosowania



Nowatorskie opisy matematyczne krzywych i powierzchni

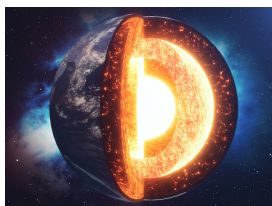
5 Maja 2020





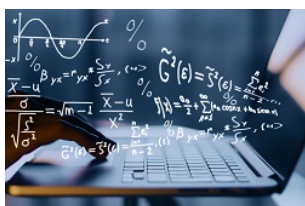
Matematyka pomaga w rozwiązywaniu problemów dotyczących ruchu drogowego

27 Września 2020



Dokładniejsze mierzenie i dogłębne zrozumienie ruchów Ziemi

26 Lutego 2021



Geometryczna analiza równań opisujących zjawiska tego świata

22 Marca 2018



Informacje na temat projektu

STIMULUS

Identyfikator umowy o grant: 278267

Projekt został zamknięty

Data rozpoczęcia

1 Listopada 2011

Data zakończenia

31 Października 2016

Finansowanie w ramach

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

Koszt całkowity

€ 918 000,00

Wkład UE

€ 918 000,00

Ten projekt został przedstawiony w...

MAGAZYN RESEARCH*EU



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

Ostatnia aktualizacja: 15 Marca 2017

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

European Union, 2025