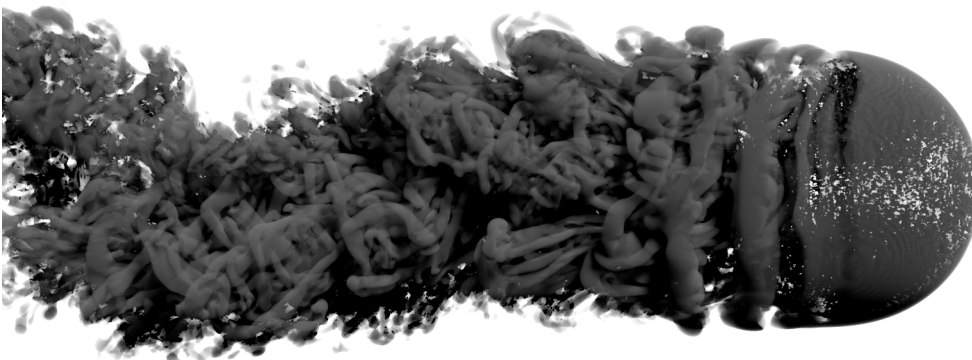


Czułość Motyla:

Numeryczne metody obliczania wrażliwości w chaotycznych układach dynamicznych w mechanice płynów

Pochodne zrewolucjonizowały naukę. Tempo zmiany jednej wartości względem drugiej jest bardzo naturalnym pojęciem, lecz dopiero ściśle podejście matematyki przekształciło je w niezawodny zestaw narzędzi jakim jest Analiza Matematyczna. Narzędzia te używane są każdego dnia przez naukowców, inżynierów i innych specjalistów we wszystkich zakątkach świata. Nie jest więc zaskakujące, że naukowcy próbują znaleźć metody obliczania pochodnych właściwości nawet najbardziej skomplikowanych zagadnień. Przykładem takiej pochodnej ze świata inżynierii może być czułość oporu aerodynamicznego samochodu na zmiany jego geometrii.

Wrażliwość modeli fizycznych na zmiany parametrów, na dokładność danych wejściowych, na niepewności czy nawet na sam rodzaj modelowania, jest bardzo istotna nie tylko dla naukowców czy inżynierów, ale także dla społeczeństwa. Jedną z kluczowych metod obliczania takich pochodnych jest metoda Adjoint, czy metoda operatora sprzężonego. Jest ona powszechnie stosowana w mechanice to obliczania pochodnych właściwości takich jak opór aerodynamiczny, czy siła nośna. **Celem projektu jest przewyższenie głównej wady tej metody: rozbieżności dla chaotycznych systemów dynamicznych.** Ten fundamentalny problem, spowodowany jest tak zwanym *effektem motyla*, i nie pozwala on zastosować tej metody do, na przykład, obliczeń przepływów turbulentnych.



Przykład: Przepływ za sferą jest chaotyczny, lecz opór aerodynamiczny sfery jest gładko zależny od prędkości.

Projekt ten opracuje metody numeryczne do takich obliczeń w dziedzinie przepływów turbulentnych symulowanych metodą gazu sieciowego Boltzmanna. Lecz w szerszej perspektywie, wydajna obliczeniowo metoda Adjoint która działała by dla systemów chaotycznych, miałaby bardzo bogate zastosowania. Metoda operatora sprzężonego stosowana w matematyce finansowej, medycynie i inżynierii. Jest także odpowiedzialna za niedawne postępy w trenowaniu sieci neuronowych. Optymalizacja kształtu z użyciem metody Adjoint jest coraz szerzej stosowana przez przemysł. Metoda operatora sprzężonego jest także bazą dla sterowania predykcyjnego, które jest używane w sterowaniu procesami chemicznymi, czy kontrolą dronów. Analiza wrażliwości jest także ważnym narzędziem w szacowaniu niepewności. **We wszystkich tych dziedzinach, chaotyczne układy dynamiczne stanowią nieprzekraczalną barierę dla stosowania metody Adjoint.**

Kolejną ważną dziedziną w której to ograniczenie pełni kluczową rolę jest nauka o klimacie. To właśnie z modelowanie klimatu wynikał najbardziej znany przykład układu chaotycznego, równanie Lorenza. Bardziej skomplikowane, całościowe modele klimatu ziemi mają to samo chaotyczne zachowanie. Brak metod dla wydajnego i dokładnego obliczania czułości modeli klimatycznych na parametry wejściowe (zawsze obciążone niepewnością) jest wielkim wyzwaniem zarówno dla naukowców jak i ludzi podejmujących na ich podstawie polityczne decyzje.

Celem naukowych tego projektu jest zbliżenie nas do stworzenia niezawodnych i dokładnych metod obliczenia czułości w symulacjach przepływów turbulentnych.