

Rozwój bezsiatkowej metody gazu sieciowego Boltzmanna - dedykowane operatory adwekcji, warunki brzegowe i strategie dyskretyzacji.

Co wspólnego mają ze sobą podziemne zbiorniki wody, samoloty naddźwiękowe i przyrządy do badań krwi? Mimo różnic na wielu płaszczyznach, od rozmiaru, do tego, jak służą ludziom, wszystkie one w jakiś sposób łączą się z przepływem płynów - wody, powietrza, czy krwi. Aby je badać oraz projektować, naukowcy i inżynierowie muszą przyjrzeć się tym przepływom uważnie, co zwykle możliwe jest tylko przy użyciu symulacji komputerowych. Obliczeniowa mechanika płynów (ang. *computational fluid dynamics, CFD*) jest dziedziną nauki, która dostarcza im narzędzi, dzięki którym mogą odpowiedzieć na pytania takie jak: jaki będzie poziom wód podziemnych pod nowo powstałym osiedlem, ile paliwa spali samolot w trakcie swojego rejsu, czy ile czasu zajmie zbadanie próbki krwi przenośnym zestawem do analizy i jak wiarygodne będą jego wyniki. Metody CFD można porównać do młotków, śrubokrętów i kombinerek obecnych w każdym warsztacie mechanicznym. Tylko cel użycia tych narzędzi jest inny.

Metody CFD używane są obecnie w coraz większej ilości sytuacji, gdzie wymaga się od nich nie tylko dokładności, ale także efektywności. Stymuluje to ciągłe ulepszanie algorytmów w obszarze CFD. Przecież o wiele lepiej używać bezprzewodowej wkrętarki, niż męczyć się ze starym śrubokrętem. Jednym z takich poręcznych narzędzi CFD jest metoda gazu sieciowego Boltzmanna (ang. *lattice Boltzmann method, LBM*). Radzi sobie ona świetnie pod względem szybkości obliczeń, odwzorowania złożonych geometrii, w których ma miejsce przepływ, a od niedawna trwają prace nad przystosowaniem jej do obliczeń na komputerach kwantowych. Bez dwóch zdań, jest sprawną, wszechstronną wkrętarką z szeroką kolekcją bitów zdolnych poradzić sobie z wieloma rodzajami śrub. Jednakże, w niektórych sytuacjach wiertarka może okazać się za duża lub za ciężka, by można nią było wygodnie operować. To samo tyczy się narzędzi CFD, i LBM nie jest tutaj wyjątkiem. Ilość obliczeń, które musi wykonać aby osiągnąć zadany jej cel może być zmniejszony, a dokładność poprawiona tak, aby metoda pracowała szybciej i zużywała mniej zasobów, np. energii. To było motywacją do stworzenia wariacji tego narzędzia, zwanego bezsiatkowym LBM (ang. *meshless lattice Boltzmann method, MLBM*). Jest to jakby ulepszona wersja standardowej wkrętarki, lżejsza i bardziej energooszczędna. Brzmi to bardzo kusząco, jednak nowa odsłona narzędzia jest dopiero w fazie prototypu i trzeba będzie odpowiedzieć na wiele pytań, zanim trafi ono na półki w sklepach.

Celem tego projektu jest zbadanie podstawowych cech MLBM istotnych z punktu widzenia fizyki oraz obliczeń komputerowych, a także porównanie tej metody ze standardowym LBM. Przyjrzymy się elementom, z których zbudowana jest nowa wkrętarka, sposobu, w jaki są ze sobą połączone, i na tej podstawie stwierdzimy, kiedy i jak może wykonywać swoją pracę lepiej niż oryginalna wersja. Zaproponujemy też możliwe ulepszenia. Następnie, użyjemy jej do prostych zadań, np. rozmontowania szafki kuchennej, aby sprawdzić, czy na pewno działa poprawnie. Dalej, przejdziemy do większych wyzwań, jak próba naprawienia samochodu w czasie jazdy po wyboistej drodze i porównamy działanie prototypu i pierwotnej wkrętarki. Po zakończeniu testów i przeanalizowaniu wyników będziemy bogatsi o mnóstwo wiedzy na temat MLBM, co pozwoli na dalszy rozwój i użycie tej metody.

Na rezultatach tego projektu zyska wiele dziedzin nauki i inżynierii. Osoby odpowiedzialne za projektowanie pojazdów oraz ci badający zmiany klimatu dostaną nowe narzędzie pracy, które pozwoli uzyskać bardziej dokładne odpowiedzi na ich pytania szybciej i łatwiej. Z codziennego punktu widzenia, oznacza to, że produkty oraz usługi związane z przepływem powietrza, czy wody - np. loty samolotami - staną się tańsze a ich jakość poprawi się. Innymi słowy - naprawa sprzętów w warsztacie CFD stanie się mniej kłopotliwa!