

Projekt dotyczy zastosowania metody czasoprzestrzennych elementów skończonych do rozwiązania problemów opisanych hiperbolicznymi równaniami różniczkowymi, w naszym przypadku problemu drgań konstrukcji lub problemów falowych. Metoda ta charakteryzuje się szczególnymi właściwościami, które umożliwiają ciągłą lub nieciągłą adaptację w czasie siatki przestrzennej, ale przede wszystkim rozseparowanie otrzymanych równań w układzie równań algebraicznych już w procesie formułowania macierzy charakterystycznych. Naturalne rozseparowanie niewiadomych pozwala na zastosowanie algorytmów na procesorach równoległych. Głównym celem jest stworzenie oprogramowania do masowo równoległych obliczeń, realizowanych na procesorach graficznych GPU. Wynikowe oprogramowanie zostanie wykorzystane do identyfikacji wybranych parametrów konstrukcji pod obciążeniem dynamicznym.

Procesory graficzne GPU są wyspecjalizowane do wykonywania powtarzalnych operacji podczas obrazowania trójwymiarowej grafiki. Za taką wizualizacją kryją się skomplikowane obliczenia geometryczne. Tak powstała koncepcja przeniesienia niektórych zadań centralnego procesora na kartę graficzną. Istnienie znacznie szybszych narzędzi do symulacji komputerowych umożliwia również wydajniejszą optymalizację wielokryterialną w dynamice konstrukcji. W związku z tym dynamiczne problemy odwrotne zaczynają mieścić się w zakresie możliwości obliczeniowych. Wykorzystanie GPU w obliczeniach naukowych i inżynierskich nie jest nowym pomysłem. Obecnie wiele komercyjnych pakietów komputerowych korzysta z tej technologii: Ansys, LS-DYNA, MSC Nastran, Matlab i wiele innych. Jednak klasyczne algorytmy równolegliczacji obliczeń nie umożliwiają wielokrotnego przyspieszenia obliczeń.

Zostaną opracowane następujące hipotezy i rozwiązane zostaną odpowiednie problemy.

- Metoda elementów skończonych ze szczególnym schematem podziału w czasoprzestrzeni pozwala na olbrzymi wzrost wydajności obliczeniowej w obliczeniach masowo równoległych. Opracowane zostaną algorytmy i programy komputerowe do obliczeń konstrukcji 2 i 3-wymiarowych na kartach graficznych GPU.
- Dyskretyzacja czasoprzestrzenna, która jest uogólnieniem metody elementów skończonych, umożliwia niestacjonarny podział konstrukcji z relokacją węzłów i wprowadzaniem nowych, tj. adaptację typu r i h . Szczególny typ adaptacji siatki pozwoli rozwiązać problemy w ośrodkach nieograniczonych, poddanymi ruchomym układom obciążeń. Metody wieloskalowe, stosowane obecnie z powodzeniem w przypadku problemów statycznych lub quasi-statycznych, teraz będą mogły zostać rozwiązywane z wymaganą dokładnością również w zadaniach fal przechodzących przez różne ośrodki opisane w różnych skalach.
- Identyfikacja wybranych parametrów konstrukcji pod obciążeniem dynamicznym. Uzyskane kody komputerowe do szybkiego rozwiązywania problemów dynamicznych umożliwią opracowanie algorytmów identyfikacji wybranych parametrów na podstawie zarejestrowanych odpowiedzi czasowych rzeczywistych obiektów. Będzie mogła być zidentyfikowana wielkość ruchomego obciążenia, jego prędkość, zmienność sztywności itp. Wielkości te są niezbędne do śledzenia stanu konstrukcji i wskazywania elementów uszkodzonych.

Oprogramowanie wykorzystujące karty graficzne do symulacji dynamiki ośrodków sprężystych, a w przyszłości cieczy i gazów otworzy nową grupę zastosowań. Możliwe będzie wykorzystanie tych algorytmów do dynamicznych obliczeń wieloskalowych, które do tej pory zostały zaimplementowane fragmentarycznie. Ta grupa obejmuje zagadnienia medyczne, które należy przetwarzać w czasie rzeczywistym, w tym mechanikę tkanek miękkich, przepływy płynów w naczyniach krwionośnych, planowanie operacji chirurgicznych mózgu i przewidywanie deformacji tkanek podczas interwencji chirurgicznej. To z kolei radykalnie przyspiesza rozwiązania i umożliwia włączenie czasochłonnych dynamicznych symulacji do procesów identyfikacji parametrów, w ogólności problemów odwrotnych. To z kolei otwiera drogę do skutecznej oceny jakości struktury - monitorowanie kondycji struktury. Przyszłym ważnym obszarem potencjalnych zastosowań algorytmów obliczeniowych jest ultrasonograficzne lub rentgenowskie obrazowanie tkanek jako grupa problemów identyfikacyjnych i odwrotnych.