

Algorytmy optymalizacji odpornej dla problemów z niepewnymi danymi

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Problemy optymalizacji są wszechobecne w inżynierii, zastosowaniach przemysłowych, ekonomii, jak również stanowią fundamentalne narzędzia analizy fizycznych systemów. Wiele problemów optymalizacji pojawia się w sposób naturalny w przyrodzie; przykładowo, molekuly układu chemicznego mogą podlegać reakcji, dążąc do minimalizacji ich całkowitej energii. Własności wielu fizycznych systemów można określić lub przewidzieć poprzez znajdowanie ekstremalnych punktów odpowiednich funkcji – modeli matematycznych. Tego rodzaju problemy rozpatruje się niemal we wszystkich obszarach inżynierii: elektrycznej, mechanicznej, budowlanej, materiałowej. Pojawiają się także w automatyce, w zastosowaniach transportowych, w zarządzaniu łańcuchami dostaw, planowaniu rozmieszczenia magazynów, jak również w specjalistycznych zastosowaniach medycznych (przykładowo, w rekonstrukcji obrazów z zasumionych obserwacji w pozytronowej tomografii emisyjnej), lub w planowaniu obciążenia i dystrybucji energii w krajowej sieci elektrycznej.

Dzięki rozwojowi możliwości obliczeniowych komputerów, a także w efekcie prowadzonych od lat prac nad lepszymi algorytmami optymalizacji, możliwe stało się zrealizowanie ogromnego potencjału wielu nowych rozwiązań technicznych. Jednak w dalszym ciągu w niektórych zastosowaniach skuteczność tych metod jest mocno ograniczona poprzez przyjęte uproszczenia i niedoskonałości modeli. Jednym z głównych problemów jest niepewność w danych, która wynikać może z ograniczeń technologicznych danego procesu lub z samej natury rozpatrywanego problemu.

Aby zapobiegać negatywnym skutkom niepewności w danych należy stosować specjalne podejścia do matematycznego modelowania rozpatrywanych zjawisk. Jednym z podstawowych podejść jest modelowanie *stochastyczne*, które w przypadku skomplikowanych obiektów zwykle wymaga bardzo dużej ilości obserwacji, pozwalających na odtworzenie własności problemu. Takie podejście może być jednak niewłaściwe w przypadku zastosowań, w których dokładność realizacji ma krytyczne znaczenie (np. projektowanie elektrowni atomowej lub mostu wiszącego o wielkiej skali, itp.). Co więcej, w problemach o bardzo dużych rozmiarach, dostępnych danych historycznych do estymacji parametrów modelu może być zbyt mało. W związku z tym proponowane jest podejście *odporne*, w którym konstruowanie modelu jest ukierunkowane na analizę najgorszych scenariuszy. Innymi słowy, takie podejście umożliwia znajdowanie rozwiązań uodpornionych na niekorzystne realizacje niepewnych danych problemu.

W projekcie zostaną zbadane tego rodzaju modele, przede wszystkim dla zastosowań wchodzących w skład badań operacyjnych, szeregowania zadań, inżynierii produkcji, analizy oraz projektowania sieci transportowych, a także bioinformatyki i automatycznego przetwarzania obrazów biomedycznych. Opracowane zostaną nowe metody i algorytmy wydajnego rozwiązywania takich problemów przy odpowiednich założeniach dotyczących niepewności danych. Zostaną określone warunki, jakie musi spełniać problem oraz dostępne dla niego dane, aby możliwe było znalezienie jego rozwiązania w sposób dokładny w odpowiednio krótkim czasie. Dla problemów o bardzo dużej skali i o wysokim poziomie złożoności przewiduje się natomiast opracowanie metod znajdowania dobrych rozwiązań przybliżonych. Pracom tym towarzyszyć będą eksperymenty numeryczne prowadzone przy użyciu klastra obliczeniowego, pozwalające na statystyczną weryfikację skuteczności rozwijanych metod.