

Metody optymalizacji w alokacji zasobów obliczeniowych wielkiej skali

Krzysztof Rządca

Gdzie jest Szczebrzeszyn? Jak tam dojechać? Czy w ten weekend będzie padać? Jak zmieni się klimat przez następne 100 lat? Czy ten sygnał to fala grawitacyjna wyemitowana podczas kolizji dwóch czarnych dziur? A może tylko mikrofalówka podgrzewająca obiad w kantine? By znaleźć odpowiedzi na te i wiele innych pytań, w coraz większym stopniu polegamy na komputerach.

Za zgrabnym interfejsem internetowej prognozy pogody kryją się modele obliczeniowe żmudnie symulujące dynamicznie zmieniające się warunki pogodowe. Jeśli teraz jest 28 stopni i dosyć wilgotno, a w odległości 5 kilometrów na południowy zachód znajduje się chmura burzowa, jaka będzie pokrywa chmur za 5 minut? Jaki będzie wiatr? Jaka temperatura? Rozwiązując matematyczne równania dla kolejnych chwil czasu i dla różnych lokalizacji możemy skutecznie prognozować pogodę na następnych kilka dni.

Coraz szerzej stosowane cyfrowe modele wymagają ogromnych mocy obliczeniowych. Najbardziej szczegółowe modele klimatu, galaktyk czy układów cząstek wymagają godzin obliczeń na *superkomputerze* o setkach tysięcy procesorów i mocy obliczeniowej około miliona razy większej niż laptop, na którym powstaje ten tekst.

Kluczem do wydajnego wykorzystania superkomputerów jest planista: program decydujący, które z zadań z kolejki można uruchomić i które procesory im przydzielić (a które zadania mogą jeszcze poczekać). Superkomputery nieustannie ewoluują podążając za zmianami w dostępnym sprzęcie: najnowsze maszyny wykorzystują m.in. akceleratory (podobne do współczesnych kart graficznych) oraz szybkie dyski SSD o relatywnie niewielkiej pojemności. Skuteczny planista musi nadążać za tymi zmianami.

Podczas gdy współczesna nauka korzysta z superkomputerów, współczesny internet bazuje na *centrach obliczeniowych* dostarczających usługi tak zróżnicowane jak mapy Google'a, Facebook, WhatsApp, Flickr czy DropBox. Centra obliczeniowe mają podobną architekturę, a więc podobne problemy co superkomputery. Dodatkowym aspektem jest kolokacja, czyli przydzielanie wielu zadań równocześnie do tego samego komputera. Kolokowane zadania współzawodniczą o zasoby, co prowadzi do trudnych do przewidzenia opóźnień.

Planujemy opracowanie dla planistów nowych algorytmów, które zastąpią obecnie używane podejścia przybliżone metodami optymalizacji o matematycznie udowodnionej wydajności. W szczególności planujemy prace nad dwoma podstawowymi problemami: zarządzaniem przestrzenią dysków SSD w superkomputerach tak, by przyspieszać zadania bez wprowadzania przestoju oraz przydziałem wielu zadań do jednego komputera w centrach obliczeniowych tak, żeby w możliwie najmniejszym stopniu oddziaływały wzajemnie na swoją wydajność.

Wyniki naszych badań powinny prowadzić do bardziej wydajnego wykorzystania istniejących zasobów, spadku kosztów, a więc szerszej ich dostępności. W superkomputerach mniej przestoju oznacza szybsze rezultaty i krótszy cykl badawczy, co przekłada się na lepsze wyniki. W centrach obliczeniowych ograniczenie negatywnych skutków kolokacji doprowadzi do platformy bardziej odpornej i stabilniejszej, a więc nadającej się do jeszcze bardziej zróżnicowanych zastosowań.