

Powody podjęcia danej tematyki badawczej

Z uwagi na coraz bardzo znaczącą rolę energii w kosztach utrzymania dużych systemów, zmniejszenie zużycia energii staje się podstawowym celem dla środowisk naukowych i przemysłowych, które mają związek z wykonywaniem obliczeń na wielką skalę. Ocenia się, że zmniejszenie zużycia energii o jeden megawat może zaoszczędzić około 1 mln USD rocznie. Konieczne jest przy tym uwzględnić negatywny efekt jaki na otaczające nas środowisko wywiera proces produkcji i dystrybucji energii elektrycznej.

Problemy dotyczące zbyt dużego zapotrzebowania na energię systemów komputerowych doprowadziły do wprowadzenia architektur maszynowo wielordzeniowych, takich jak np. procesory graficzne GPU. Jest bardzo możliwe, że niektóre przyszłe procesory nie będą szybsze, ale jedynie bardziej energooszczędne niż ich poprzednicy. Trend ten rozpoczął się na rynku procesorów mobilnych, ale wkrótce pojawił się również w platformach obliczeniowych wielkiej skali.

Ze względu na coraz większe zapotrzebowanie systemów komputerowych na energię niezwykle istotne staje się opracowywanie różnorodnych podejść minimalizujących zużycie energii. W dużej mierze jest to realizowane poprzez producentów systemów komputerowych na poziomie sprzętu i systemu operacyjnego. Wyjście naprzeciw temu wyzwaniu na poziomie procesu tworzenia aplikacji poprzez opracowywanie metod i algorytmów zapewniających wysoką wydajność przy zachowaniu relatywnie niskiego zużycia energii staje się kluczowe dla przyszłości obliczeń wielkiej skali.

Cel projektu

Prowadzone badania mają na celu zbadanie zależności pomiędzy wydajnością algorytmów i zużyciem energii w równoległych środowiskach obliczeniowych oraz zarządzanie nimi z uwzględnieniem jak najmniejszego zużycia energii przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiej wydajności obliczeń. Na tej podstawie możliwe będzie wyznaczenie minimalnego zużycia energii przez dane aplikacje oraz zapewnienie korzystnego balansu pomiędzy poborem energii a wydajnością obliczeń.

W szczególności, realne staje się określenie czasu, w którym algorytm może się wykonać na danym systemie obliczeniowym przy założeniu, że powinien on zużyć jak najmniej energii. Czas ten może być podany w formie przedziału, zakładając różne modele realizacji algorytmu. Ponadto, możliwe będzie przy znajomości charakterystyki algorytmu oraz specyfiki architektury obliczeniowej wprowadzenie modyfikacji do obecnych algorytmów lub opracowanie rekomendacji dla twórców nowych algorytmów, które pozwolą na ich wykonanie przy zadanym zużyciu energii lub w zadanym czasie, zakładając jak najmniejsze zużycie energii w tym czasie.

Cel projektu obejmuje również opracowanie metod pozwalających na zmniejszenie poboru energii w symulacjach komputerowych przy zachowaniu w pełni istniejących algorytmach zbliżonego poziomu wydajności obliczeń. Będzie to wymagało zaprojektowania odpowiednich mechanizmów zarządzania platformami obliczeniowymi bez wprowadzania modyfikacji w przetwarzanych algorytmach.

Badania podstawowe realizowane w projekcie

Prowadzone badania będą obejmować następujące aspekty metodologiczne:

- Analityczne oraz eksperymentalne modele prognozowania zużycia energii oraz wydajności obliczeń.
- Technika dynamicznego skalowania napięcia i częstotliwości (DVFS) procesorów i pamięci, która znajduje szerokie zastosowanie w procesie oszczędzania energii.
- Odcinanie części aplikacji do bardziej wyspecjalizowanych jednostek – akceleratorów (GPU, Intel MIC), które osiągną wyszą wydajność przy niższych kosztach energii dla danego rodzaju obliczeń.
- Modyfikacja algorytmów na etapie projektowania i implementacji oraz dostarczenie mechanizmów zarządzających platform obliczeniowych w celu redukcji poboru energii.
- Technika automatycznego dostosowania obliczeń do architektur wielordzeniowych, ze szczególnym uwzględnieniem metody uczenia maszynowego, w celu modelowania i optymalizacji poziomu zużycia energii i uzyskiwanej wydajności.
- Mechanizmy szeregowania zadań, których decyzyjnym powodem jest zapewnienie wysokiej wydajności obliczeń, jednocześnie minimalizując koszty zużycia energii.

Realizacja celów projektu wymaga dokładnego monitorowania poziomu zużycia energii przez aplikacje wykonywane na konkretnej platformie sprzętowej oraz wyznaczenie jej wydajności. Poziom zużycie energii może być zmierzony za pomocą sensorów energii zlokalizowanych wewnątrz poszczególnych układów systemów komputerowych. Do analizy zebranych wyników niezbędne będzie zastosowanie odpowiednich metryk, takich jak wartość Gflop/s na Watt, poziom zużycia energii, intensywność obliczeń i inne. W celu zebrania potrzebnych informacji z systemu wykorzystanych zostanie szereg narzędzi, m.in.: EnerMon, SchedMon, EML: Energy Measurement Library, PowerPack tool, Intel Running Average Power Limit (RAPL).