



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Understanding and mastering dynamics in computing grids: processing moldable tasks with user-level overlay

Mościcki, J.T.

Publication date
2011

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Mościcki, J. T. (2011). *Understanding and mastering dynamics in computing grids: processing moldable tasks with user-level overlay*.

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Streszczenie po polsku

Spółeczności naukowe używają coraz większej liczby systemów obliczeniowych: od lokalnych systemów typu batch, specjalizowanych serwisów obliczeniowych i superkomputerów aż po globalnie rozproszone infrastruktury typu gridowego. Głównym zadaniem globalnych infrastruktur obliczeniowych jest zwiększanie potencjału badawczego w nauce poprzez udostępnianie na wielką skalę zasobów obliczeniowych oraz przechowywania danych. Cechą charakterystyczną zdecentralizowanych systemów gridowych jest chaotyczność i niejednorodność; jest to środowisko, w którym występują trudne do przewidzenia obciążenia zasobów i częste awarie podsystemów. Zrozumienie i opanowanie niejednorodności oraz dynamiki tego środowiska jest praktycznie niewykonalne przez pojedynczego użytkownika, jeżeli nie jest on wyposażony w odpowiednie metody i narzędzia. Czas niezbędny na naukę różnorodnych interfejsów użytkownika wielu środowisk obliczeniowych stanowi kolejne wyzwanie.

Skrócenie czasu wykonania zadań obliczeniowych oraz łatwiejsze jego przewidywanie jest jednym z najważniejszych czynników zwiększających efektywność pracy użytkowników. Technika późnego wiązania zasobów (late binding) pozwala osiągnąć te cele i może zostać wykorzystana, ponieważ większość wykonywanych zadań obliczeniowych w systemach gridowych jest "giętka" (moldable). Giętkość oznacza, że zadanie może zostać efektywnie wykonane na zmiennej liczbie zasobów obliczeniowych (procesorów) gdyż może ono zostać elastycznie podzielone na dowolną liczbę podzadań (w przeciwieństwie do typowych zadań równoległych). Giętkość charakteryzuje zadania z wielu dziedzin zastosowań takich jak symulacje Monte Carlo, dobór optymalny parametrów (parameter sweep), zadania typu grafowego (DAG), analiza danych itp.

W tej pracy jest analizowana przestrzenna i czasowa dynamika globalnej infrastruktury gridowej – EGEE Grid. W celu analizy zmienności wydajności systemu gridowego został opracowany model przetwarzania zadań gridowych, w którym parametry systemu gridowego reprezentowane są jako zmienne losowe o rozkładach empirycznych. W oparciu o ten model została przeprowadzona analiza metryk jakości usług gridowych związanych z przetwarzaniem zadań takich jak wariancja rozpiętości czasu wykonania

zadań (variance of makespan). Analiza ta umożliwia porównanie metody późnego i wczesnego wiązania zasobów. Stosując przybliżenie ciągle modelu dyskretnego i fundamentalne prawa statystyki, zostało wykazane, że właściwości metody późnego wiązania zasobów pozwalają na poprawę metryk jakości usług systemu gridowego. Do analizy dyskretnego modelu przetwarzania zadań została zastosowana symulacja metodą Monte Carlo, co pozwala na uwzględnienie dodatkowych parametrów takich jak narzuty komunikacyjne. Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że w pewnych przypadkach metoda późnego wiązania zasobów pozwala na skrócenie czasu wykonania zadań o rząd wielkości w porównaniu do metody wczesnego wiązania.

W tej pracy zostały opisane też zasady tworzenia lekkiej nakładki użytkownika (User-level Overlay), która wykorzystuje późne wiązanie zasobów w celu poprawy jakości przetwarzania zadań w systemach obarczonych dużą niepewnością i nieprzewidywalnością. Opracowana w tej pracy strategia, bazuje na luźno zintegrowanych narzędziach dostępnych bezpośrednio dla użytkownika: DIANE jest silnikiem zarządzania zadaniami przetwarzanymi przez zbiór węzłów obliczeniowych zarządzanych za pomocą interfejsu Ganga. Takie podejście umożliwia łatwe tworzenie algorytmów wyboru zasobów (na przykład za pomocą mechanizmów heurystycznych) oraz łatwe tworzenie algorytmów zarządzania zadaniami (na przykład za pomocą metod adaptacyjnych i równoważenia obciążenia zasobów). Pozostałe kluczowe cechy tego systemu to dostęp do szerokiej gamy rozproszonych systemów obliczeniowych, możliwość rozszerzenia i adaptacji systemu do specyficznych wymagań konkretnych aplikacji, łatwość użycia i jednorodny interfejs ułatwiający korzystanie z niejednorodnych środowisk obliczeniowych.

Nakładka User-level Overlay umożliwia osiągnięcie nowych zdolności zarządzania zadaniami w stosunku do klasycznych systemów obliczeniowych. Zdolności te zostały zaprezentowane na przykładzie istniejących aplikacji w środowisku gridowym i obejmują: zwiększenie wydajności obliczeń o krótkim terminie wykonania (short-deadline), zwiększoną niezawodność i automatyzację wykonywania zadań, wsparcie dla algorytmów przeszukiwania przestrzeni parametrów (parameter sweep), automatyzacja zadań typu grafowego i workflow oraz zdolność pracy pół-interaktywnej.

Zaprezentowane zostały dwa przypadki realizacji aplikacji typu Capability Computing i Capacity Computing z wykorzystaniem nakładki User-level Overlay. Pierwszy przypadek obejmuje koordynację dużej liczby zadań o bardzo krótkim czasie wykonania dla obliczeń związanych z planowaniem nowych standardów nadawania cyfrowego w ramach konferencji RRC06 Międzynarodowej Unii Telekomunikacyjnej (ITU). Drugi przypadek obejmuje priorytezację zadań oraz selekcję zasobów obliczeniowych dla symulacji Lattice QCD w fizyce teoretycznej dla potrzeb eksperymentów na ciężkich jonach (LHC, RHIC).

Niniejsza praca stanowi wkład do badań nad sposobami zwiększenia jakości usług związanych z przetwarzaniem zadań w systemach gridowych na poziomie użytkownika i aplikacji. Zostało zademonstrowane, iż istotnie jest to możliwe poprzez wyjaśnienie podstaw teoretycznych wpływu metody późnego wiązania zasobów oraz wdrożenie z sukcesem nakładki User-level Overlay w wielu praktycznych zastosowaniach naukowych.