



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*. [Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam].

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.

Nederlandse samenvatting

Wetenschappelijke gemeenschappen maken in toenemende mate gebruik van gedistribueerde systemen, lokale batch systemen, gemeenschap-specifieke systemen, supercomputers en wereldwijde grid-infrastructuren. De toename van onderzoeksmogelijkheden voor de wetenschap rechtvaardigt dergelijke infrastructuren, die toegang verschaffen tot grootschalige en diverse rekenkracht, opslag en dataverwerking. Grids zijn tamelijk chaotische en zeer heterogene, gedecentraliseerde systemen waar in de regel sprake is van onvoorspelbare belasting, falen van componenten en variatie in het executieplatform. Het begrijpen en beheersen van de heterogeniteit en dynamiek van dergelijke gedistribueerde systemen is voor de eindgebruikers alleen mogelijk indien zij de benodigde methodieken en werktuigen weten te gebruiken. Een andere uitdaging is de noodzakelijke tijdsinvestering voor het begrijpen en gebruiken van de interfaces van de verschillende gedistribueerde omgevingen.

Meer voorspelbare applicatie-executietijden en vergroting van bandbreedte door middel van parallellisatie zijn belangrijke factoren voor een toename van onderzoeksmogelijkheden voor wetenschappelijke gemeenschappen. ‘Late binding’ is een van de technieken om deze doelen te verwezelijken, omdat het grootste deel van de taken binnen grids en supercomputers ‘moldable’ (vervormbaar) zijn. ‘Moldable’ taken kunnen gebruik maken van een variabel aantal resources en kunnen flexibeler gepartitioneerd worden dan klassieke, rigide, parallelle taken. Voorbeelden van ‘moldable’ taken zijn Monte Carlo simulaties, parameter-sweep applicaties, acyclische grafen en workflows, parallelle data analyse algoritmes etc.

We analyseren ruimtelijke en temporele dynamieken en bestuderen de variaties in prestatie in grote, ‘loosely coupled’ gedistribueerde systemen zoals het EGEE Grid, tot op heden de grootste grid infrastructuur. We ontwikkelen een mathematische beschrijving voor taakverwerking binnen het grid, waar we systeemp parameters als stochastische variabelen beschouwen met empirische distributies. We analyseren ‘Quality of Service’ indicatoren zoals variatie in ‘makespan’ om tot een vergelijking van ‘late’ en ‘early-binding’ taakverwerkingsmodellen te komen. Gebruik makend van een continue

benadering tonen we analytisch aan dat eigenschappen van het ‘late-binding’ model het mogelijk maken om de ‘makespan’ distributie volgens fundamentele wetten van de statistiek te laten afnemen. Voor een analyse van discrete modellen en meer complexe parameters, inclusief communicatie overhead, zijn Monte Carlo simulaties gebruikt. ‘Late binding’ leidt onder bepaalde omstandigheden tot een snelheidsverbeteringen van een grootte-orde of meer ten opzichte van ‘early binding’.

We beschrijven begeleidende grondslagen bij de ontwikkeling van lichtgewicht, ‘user-level overlay’ die ‘late binding’ toepassen om een verbeterde quality of service te bereiken in onbetrouwbare en onvoorspelbare gedistribueerde omgevingen. Onze strategie is gebaseerd op ‘loosely-coupled user-space’ gereedschappen, waar de Diane ‘scheduler’ de taak allocatie verzorgt binnen een verzameling van ‘worker nodes’ die asynchroon gecreëerd en onderhouden wordt door de Ganga interface. Deze benadering maakt het eenvoudig (1) om resource-selectie mechanismen te creëren zoals de op heuristisch gebaseerde ‘worker agent factory’ en (2) om op plugin-basis gebruik te maken van adaptieve ‘workload balancing’ algoritmen voor het scheduleren van taken. Andere belangrijke functies zijn de mogelijkheid om naar vele verschillende gedistribueerde systemen te interfacen; de mogelijkheid om het systeem uit te breiden met applicatie-specifieke scheduling en processing methodieken; eenvoud van gebruik en een uniform interface naar heterogene job management systemen.

We laten nieuwe en verbeterde mogelijkheden zien van de op een generieke middleware stack gepositioneerde Ganga Diane User-level Overlay door gebruik te maken van realistische applicaties in het EGEE Grid, lokale batch-systemen en dedicated clusters. Deze mogelijkheden zijn onder andere efficiënte ‘short-deadline’ berekeningen, verbeterde betrouwbaarheid, autonome grootschalige operaties, efficiënte parameter-sweeps, mens-in-de-loop scenario’s, geautomatiseerde DAG’s/workflows en semi-interactiviteit.

We rapporteren twee -studies aangaande ‘capacity’ en ‘capability’ computing met de ‘user-level overlay’. We demonstreren hoe, voor het verbeteren van de betrouwbaarheid van lokale resources voor de International Telecommunication Union Regional Radio Conference 2006, een groot aantal taken met een korte deadline gecoördineerd werd op het Grid. Vervolgens beschrijven we hoe ‘task prioritization’ en resource selectie geïmplementeerd werd voor de Lattice QCD simulaties die voortkwamen uit QCD thermodynamica onderzoek in het kader van heavy-ion collisions experimenten (LHC, RHIC).

Dit werk levert een bijdrage aan het debat over de mogelijkheid van het al dan niet efficiënt toepassen van Quality of Service binnen grids op applicatie niveau.

We laten zien dat dit wel degelijk mogelijk is door een theoretische verklaring van de effecten van ‘late binding’ op belangrijke taak processing metrieken te leveren, en door voorbeelden van applicaties te laten zien die op succesvolle wijze gebruik maakten van ‘user-level overlay’.