

**Петренко А.І.**

ННК “ІІСА” НТУУ “КПІ”

## Моделювання грид-систем

Останнім часом за кордоном і в Україні активно ведуться дослідження з грид-технологій, які забезпечують доступ користувачів до географічно розподілених комп’ютерних ресурсів, об’єднуючи їх в єдину розподілену систему обчислень, зберігання і передачі інформації [1,2].

На сьогодні вже створена технічна база (телекомунікаційні мережі великої пропускної спроможності, високопродуктивні кластери) і зроблені кроки по створенню проміжного програмного забезпечення для роботи в грид-середовищі. В Україні розповсюджено проміжне ПЗ типу *NorduGrid* ([www.nordugrid.org/middleware](http://www.nordugrid.org/middleware)) і *gLite* ([glite.web.cern.ch/glite](http://glite.web.cern.ch/glite)) з відкритим початковим кодом, які застосовуються для створення національної грид-інфраструктури і забезпечують засоби безпеки в розподіленому середовищі, засоби надійної передачі великих об’ємів даних, засоби запуску і отримання результатів виконання завдань на віддалених обчислювальних ресурсах.

Не дивлячись на вже існуючі засоби створення грид-інфраструктур, існує ряд важливих наукових завдань, без вирішення яких неможливе повномасштабне використання можливостей грид-технологій в науці, освіті і промисловості. Одним з таких актуальних завдань є ефективне управління ресурсами в розподіленому середовищі [3]. Відсутність ефективного планувальника (брокера) в *NorduGrid*, що забезпечує управління потоком завдань, не тільки значно знижує ефективність використання всієї грид-інфраструктури, але може зробити необробтованим її створення. Вибір (можливо, розроблення) такого планувальника для національної грид-інфраструктури повинні спиратися не тільки на наявність брокера в *gLite*, але і на вивчення тенденцій їх розвитку на основі проведення експериментів на базі існуючих грид-сегментів (академічного і освітянського) з застосуванням високорівневих моделей, що адекватно відображають властивості таких складних систем.

У зв’язку з цим, одним з актуальних завдань є вибір чи створення системи моделювання розподіленої обчислювальної грид-інфраструктури, яка дозволить адекватно оцінювати її поведінку за умов, коли змінюється і оптимізується стратегія управління потоками завдань. В даний час існує декілька проектів з розробки систем моделювання розподілених грид-інфраструктур. Серед них найбільш відомими є *Bricks* ([www.is.ocha.ac.jp/~takefusa/bricks](http://www.is.ocha.ac.jp/~takefusa/bricks)), *MicroGrid* ([www.csag.ucsd.edu/projects/grid/micro-grid.html](http://www.csag.ucsd.edu/projects/grid/micro-grid.html)), *OptorSim* ([edg-wp2.web.cern.ch/edg-wp2/optimization/optorsim.html](http://edg-wp2.web.cern.ch/edg-wp2/optimization/optorsim.html)), *SimGrid* ([gcl.ucsd.edu/simgrid](http://gcl.ucsd.edu/simgrid)), *GridSim* ([www.gridbus.org/gridsim](http://www.gridbus.org/gridsim)). Кожна з них має свої переваги і недоліки. Серед недоліків можна відзначити вузьку спеціалізацію деяких систем (*OptorSim*), відсутність публічно доступних версій (*Bricks*), а також обмеженість модельованої архітектури грид-систем. Особливості реалізацій деяких з них накладають обмеження на кількість одночасно існуючих елементів в грид-системі і вимагають від користувача знання спеціальних мов програмування, що істотно знижує ефективність їх використання (табл. 1).

Планувальники у розподіленому обчислювальному середовищі, що називають брокерами ресурсів, виконують пошук ресурсів, а також вибір і агрегацію різних наборів розподілених ресурсів для індивідуального користувача. Всі користувачі повинні надавати свої задачі в центральний планувальник, що може бути орієнтований на здійснення глобальної оптимізації, наприклад, більш високий ступінь використання системних ресурсів і підвищення задоволеності користувачів у залежності від політики розподілу ресурсів, або на оптимізацію роботи для високо пріоритетних користувачів.

З даних табл. 1 видно, що *SimGrid* і *GridSim* здебільшого є універсальними програмами моделювання грид-систем обчислювального типу (*Computing Grid*). Отже, в них відсутня функція копіювання даних і запит на місце розташування копії, яка є базовою

для ґрід-систем даних (Data Grid). В свою чергу, MicroGrid з програмою моделювання мережі MaSSF зручний для оцінювання динамічної поведінки проміжного ПЗ, прикладних програм і мережевих сервісів.

Табл. 1. Порівняльні характеристики засобів моделювання ґрід-систем

	MicroGrid	OptorSim	SimGrid	GridSim
<b>Мова</b>	C++	Java	C	Java
<b>Схема моделювання</b>	конфігураційні файли (xml, plain text). Топологія мережі з описом на SSFNET DML	конфігураційні файли (xml, plain text)	C, конфігураційні файли (xml)	Java / конфігураційні файли у будь-якій комбінації
<b>Відні коди</b>	так	так	так	так
<b>Документація</b>	так	так	так	повна документація класів з використанням javadoc
<b>Приклади</b>	так	так	так	так
<b>Платформа</b>			SURF	SimJava
<b>Моделювання</b>	емуляція з використанням реальних застосунків (підтримка лише Globus $\leq$ 2.4.2)	реплікацію даних	центральний планувальник	CE, SE, мережі, множені планувальників
<b>Моделювання мережі</b>	статичний / динамічний роутинг, транспортні протоколи TCP/UDP, пакетування даних, runtime статус, фоновий трафік з заданим розподіленням	рудиментарна підтримка (статичний роутинг)	статичний роутинг, транспортний протокол TCP, runtime статус, фоновий трафік згідно Network Weather Service (NWS)	статичний / динамічний роутинг, транспортний протокол UDP, пакетування даних, runtime статус, QoS, фоновий трафік з заданим розподіленням
<b>Призначення</b>	повна емуляція ґрід-мережі	моделювання алгоритмів доступу до даних і стратегій реплікації	достатньо повне моделювання, в том числі і алгоритмів планувальників	достатньо повне моделювання, в том числі дослідження ефективності брокерів ресурсів і алгоритмів планувальників

В ПІСА в рамках робіт з паралельних обчислень і ґрід-технологій проведено порівняльне дослідження існуючих засобів моделювання ґрід-систем і вибрано інструментарій GridSim для проведення більш детальних експериментів (рис. 1).

Архітектура будь-якого середовища моделювання ґрід-систем складається з наступних основних компонентів: графічний інтерфейс користувача, модель ґрід-системи, транслятор, виконувана модель, монітор виконання, модуль статистики. Основний варіант використання такої моделі можна описати таким чином:

- Користувач за допомогою графічного інтерфейсу задає характеристики моделюваної ґрід-системи і визначає параметри моделювання.

- Транслятор перетворює цей опис ґрід-системи в код програми моделювання. Отримання виконуваної моделі відбувається автоматично, від користувача не вимагається ніяких додаткових дій. Якщо опис містить помилки, транслятор повідомляє про це користувача.

- Користувач запускає модель. Під час роботи програми монітор здійснює збір інформації про події, що відбуваються (рис. 1). Дана інформація зберігається в файлі виконання, аналізується модулем статистики і виводиться користувачеві. Після завершення виконання цей файл може аналізуватися окремо.

Опис модельованого середовища в різних програмах моделювання проводиться за допомогою спеціальної мови, що має як графічну, так і текстову нотацію. У призначеному для користувача інтерфейсі реалізована можливість перегляду і редагування різних аспектів моделі: списку кластерів, потоків завдань, характеристик окремого завдання, брокерів, мережових з'єднань і так далі. Потік завдань в моделі визначається наступними параметрами: властивостями завдання; періодом часу до породження чергового завдання; кількістю породжуваних завдань; затримкою перед початком породження першого завдання. Користувач має можливість задати визначення свого власного потоку завдань.

Середовище моделювання ґрід-систем дозволяє описати алгоритми розподілу потоку завдань між ресурсними центрами розподіленого середовища брокером, а також алгоритми розподілу завдань локальними планувальниками на вузлах кожного кластера. Алгоритм може бути описаний користувачем за допомогою вбудованої мови, або підключений у вигляді Java-класа, що реалізує один з відомих планувальників: *Nimrod-G* ([www.gridbus.org](http://www.gridbus.org)), *GraDS* ([hipersoft.cs.rice.edu](http://hipersoft.cs.rice.edu)), *Condor-G* ([www.cs.wisc.edu/condor](http://www.cs.wisc.edu/condor)).

Основні задачі, розв'язувані системою моделювання ґрід-систем:

- Виявлення "слабких місць" системи ще на етапі проектування.
- Можливість побудови різних варіантів мережі, з метою пошуку найбільш прийняттого.
- Пошук найкращої конфігурації для оптимального розподілу ресурсів.

Моделювання ґрід-інфраструктури України з централізованим брокером (у випадку ППЗ gLite) і локальними брокерами в окремих вузлах (у випадку ППЗ NorduGrid) визначає критичне значення одночасно виконуваних завдань в мережі, яке обумовлює доцільність переходу до використання ППЗ gLite.

### Література

1. Згуровський М.З., Петренко А.І. Ґрід-технології для е-науки і освіти // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – №2, 2009. – С. 10–17.
2. Zagorodny A., Zgurovsky M., Zinovjev G., Martynov E., Petrenko A. Integrating Ukraine into European Grid Infrastructure // Системні дослідження і інформаційні технології. – Київ, №2, 2009. – С. 35–49.
3. Торопков В.В. Модели распределенных вычислений. – М.: Физматлит, 2004. – 320 с.

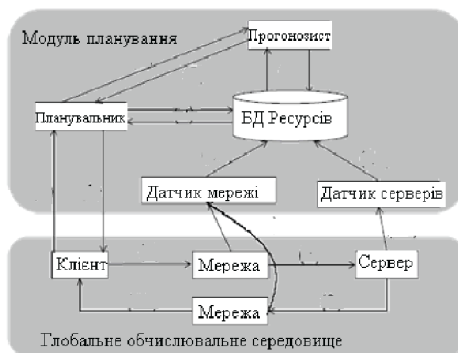


Рис. 1. Схема потоків даних в GridSim