

Використання grid-технологій для підвищення ефективності роботи системи автоматизованого проектування корпусу судна

Є. О Давиденко

Чорноморський державний університет імені Петра Могили, вул. 68 Десантників, 10, Миколаїв, Україна

genik.davydenko@gmail.com

Анотація. У статті розглянуті питання підвищення ефективності роботи конструкторсько-технологічного центру в суднобудуванні за рахунок використання обчислювальних потужностей наявного парку комп'ютерної техніки. Наведено аналіз методів та засобів організації обчислень у Grid-системах та сучасні платформи для побудови Grid-систем. Обґрунтовано вибір платформи Alchemi. Описаний підхід щодо створення та використання Grid для систем автоматизованого проектування корпусу судна.

Ключові слова

Системи автоматизованого проектування, Grid-технології, Alchemi

1 Вступ

Внаслідок широкого впровадження обчислювальної техніки значно підсилюється напрямок чисельного моделювання й чисельного експерименту. Стало можливим моделювати в реальному часі процеси інтенсивних фізико-хімічних і ядерних реакцій, глобальні атмосферні процеси, процеси економічного й промислового розвитку регіонів і т.д. Очевидно, що розв'язання таких масштабних задач вимагає значних обчислювальних ресурсів. Основним джерелом великих обчислювальних потужностей сьогодні є багатопроцесорні та багатомашинні обчислювальні системи [1]. Ці системи реалізують ідею паралельної обробки даних, яка є потужним резервом збільшення продуктивності обчислювальних систем. Але великі обчислювальні системи дуже дорогі і не кожна організація може собі дозволити придбання потужних кластерів або суперкомп'ютерів [3].

Проблему зростання потреб в обчислювальних ресурсах та одночасне прагнення скоротити витрати на обладнання можна вирішити завдяки впровадженню Grid-технологій у процес побудови обчислювальних систем. Замість витрати коштів на суперкомп'ютер Grid-технології дозволяють використати потужності вже наявних комп'ютерів у мережі організації – середнє завантаження їхніх процесорів, як правило, не перевищує декількох відсотків. Особливо це важливо для підприємств, що використовують великі інформаційно-обчислювальні ресурси, які динамічно виділяються для вирішення громіздких задач, в науковій, індустріальній, адміністративній та комерційній галузях діяльності.

Застосування технологій Grid дозволяє будувати систему управління розподіленими обчислювальними ресурсами. У такій ситуації користувачеві вже не важливо, на якому конкретному вузлі мережі виконується його задача; він просто споживає певну кількість віртуальної процесорної потужності, наявної в мережі. Grid-системи гармонійно доповнюють ряд обчислювальних архітектур, використовуваних сьогодні. В Grid час взаємодії між вузлами вимірюється мілісекундами й секундами, тому такі системи не призначені для розв'язання паралельних задач, а націлені здебільшого на розв'язання пакетних завдань, коли кожне окреме завдання виконується на одному вузлі.

Нові комп'ютерні технології ставлять перед підприємствами, що використовують системи автоматизованого проектування (САПР) корпусу судна (КС) задачу підтримки та вдосконалення самого програмного забезпечення (ПЗ) та створення матеріально-технічної бази. До таких підприємств відносяться НДІ «Центр» та СП «ГРАСКО» м. Миколаїв, які є розробниками та власниками САПР КС «ДЕЙМОС». Це обумовлює актуальність дослідження.

2 Огляд публікацій та аналіз невирішених проблем

Існує багато джерел інформації щодо суперкомп'ютерів, багатомашинних та багатопроцесорних обчислювальних систем, кластерних систем [1,2,3]. Набагато менше джерел інформації по Grid-системах і то, в

основному це джерела мережі Internet [4,5]. При чому, в літературних джерелах розповідається про «великі кластери» (Інститут кібернетики НАНУ, НТУУ «КПІ», Київський національний університет ім. Т.Г. Шевченка, Харківський фізико-технічний інститут, тощо). В той же час майже відсутні публікації побудови Grid-систем для роботи з САПР КС.

Щоб забезпечити належну роботу НДІ вже не достатньо існуючих комп'ютерів (що, виявляється, вже не справляються з великою кількістю даних). Це пояснюється жорсткою конкурентною боротьбою на ринку наукомісткої продукції, розширення номенклатури виробів, ускладненням конструкцій і технологій виготовлення, підвищеними вимогами, що висуваються внутрішньогалузевою, міжгалузевою і, особливо, міждержавною кооперацією. Як вихід, необхідно створювати Grid-системи, однак питання вибору платформ для їх створення, наявності методичних матеріалів щодо їх використання ще бракує. Звідси слідує *мета досліджень* – створити методологічну й програмну основу для підвищення ефективності роботи і, як наслідок, конкурентноспроможності, підприємства, враховуючі те, що на даний момент єдиного обчислювального Grid-середовища не існує.

3 Теоретична частина

Сьогодні поняття «Grid» являє собою інфраструктуру, що складається з ресурсів, які перебувають у різних місцях, сіткових засобів, що з'єднують ці ресурси, та погодженого по всій інфраструктурі проміжного програмного забезпечення, яке підтримує дистанційні операції, а також виконує функції контролю й управління операційним середовищем. Grid може поєднувати ресурси різних типів (процесори, постійна та оперативна пам'ять, сховища й бази даних, мережі) і створюється власниками ресурсів, які виділяють їх у загальне користування. Власники й споживачі, які діють на підставі певних правил надання/споживання ресурсів, утворюють віртуальну організацію. Віртуальна організація може утворюватися динамічно й мати обмежений час існування. На сьогоднішній день для спрощення процесу організації й управління розподіленими обчисленнями створена велика кількість програмних комплексів, як комерційних, так і абсолютно безкоштовних, серед яких відмітимо такі:

- **BOINC** – Berkeley Open Infrastructure for Network Computing (Відкрита Інфраструктура для Розподілених Обчислень університету Берклі), має відкритий код;
- **Condor** – розробляється в рамках проекту “Condor Research Project” в університеті Віконсин-Медісон, США, має відкритий код;
- **Globus Toolkit** – набір програм значно спрощує створення й управління розподіленими обчисленнями, має відкритий код;
- **Alchemi** – рішення на основі платформи Microsoft .NET, розробляється в університеті Мельбурна, Австралія, має відкритий код;
- **Digipede Network** – комерційне рішення на основі платформи Microsoft .NET;
- **DCGrid** – комерційне рішення компанії Entropia, Grid-додатки виконуються в середовищі віртуальних машин;
- **LiveCluster** – комерційне рішення, компанія DataSynapse, дає можливість об'єднання в Grid-систему будь-які ресурси – від мейнфреймів і кластерів до серверів і персональних комп'ютерів;
- **Sun Grid Engine** – компанія Sun Microsystems, надає як комерційну версію для рівня підприємства, так і вільно розповсюджувану для невеликих Grid-мереж.

При виборі платформи для побудови Grid-системи в НДІ «Центр» порівнювались платформи, які мають вільну ліцензію на розповсюдження та використання, а також дві комерційні платформи, які мають обмежену вільну ліцензію. У якості критеріїв до уваги бралися ознаки, що наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Зведена таблиця характеристик Grid-платформ

Властивість Платформа	Архітектура	Технології реалізації	Операційна система	Об'єднання кластерів	Вільна ліцензія	Відкритий код
BOINC	централізована	C++, win32	клієнт – всі; сервер - всі	ні	так	так
Condor	ієрархічна	C	Unix	так	так	так
Globus	централізована	C and Java	клієнт - всі; сервер - Unix	ні	так	так
Alchemi	ієрархічна	C#, .NET	Win32	так	так	так
Didigipede	централізована	C#, .NET	Win32	ні	в академічних цілях	ні
Sun Grid Engine	централізована	Java	всі	ні	так	ні

На основі виконаного аналізу перелічених програмних продуктів у якості програмної платформи Grid-системи було обрано середовище Alchemi (розробка університету Мельбурна, Австралія), тому що система є некомерційною і відкритою, має можливості поєднання окремих систем в рамках платформи в ієрархічну кластерну систему, а також тому, що платформа реалізації та використання системи – ОС MS Windows та мова C# на базі платформи .NET Framework, що значно спрощує розробку та впровадження Grid-системи та майбутніх Grid-додатків для найбільш розповсюдженої операційної системи у світі.

Особливості платформи:

- проста установка через установник Windows;
- вузли можуть знаходитися всередині локальної мережі або в Інтернеті;
- вузли можуть перебувати за брандмауером або NAT сервером;
- для Grid використовується тільки вільний час центрального процесора, що не впливає на програми користувачів;
- об'єктно-орієнтована програмна модель «Grid-потоків» для розробки Grid-додатків;
- заснована на файлах модель «Grid-завдань» для Grid-адаптації традиційних додатків;
- управління доступом на базі користувачів, груп та прав доступу;
- інтерфейс Web-служб для взаємодії з іншими Grid-системами;
- інтеграція в Visual Studio .NET [6].

Архітектура платформи

Існує 3 типи розподілених компонентів (вузлів), які залучені у створенні Grid-системи й виконання Grid-додатків (рис. 1):

- керуючий вузол
- обчислювальний вузол
- користувач

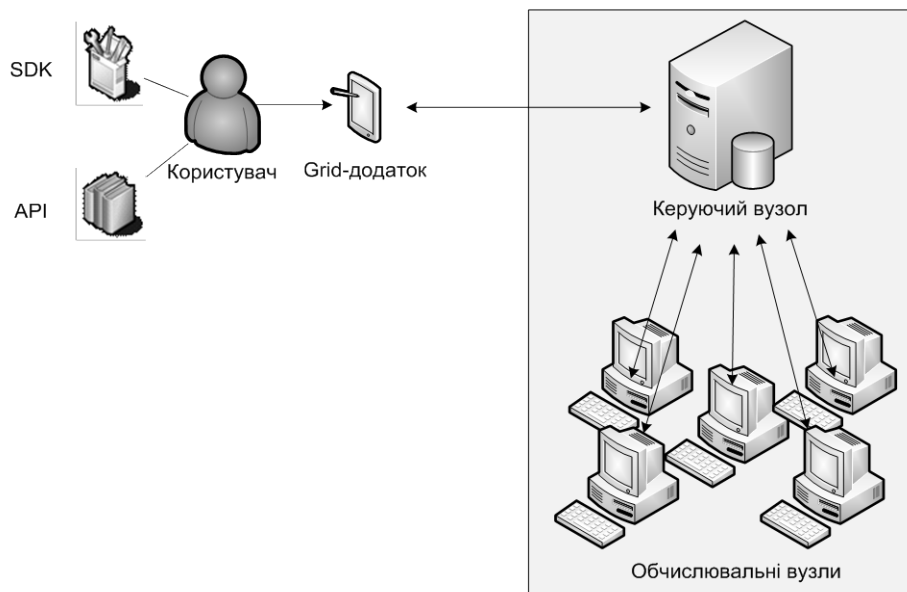
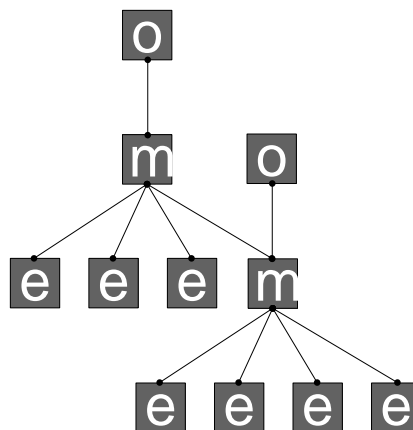


Рис. 1. Grid-система Alchemi

Grid-система створюється шляхом встановлення Виконавця (клієнтського ПЗ виконуючого вузла) на кожен комп'ютер, що буде брати участь в Grid-системі, і підключення його до центрального керуючого вузла. Підтримуються як виділені вузли, запуск обчислень на яких робить керуючий вузол, так і вузли-волонтери, запуск обчислень на яких відбувається тільки за згодою користувача.

Користувачі можуть створювати, запускати й відслідковувати активність Grid-додатків, використовуючи .NET програмний інтерфейс та набір інструментальних засобів розробки програмного забезпечення платформи Alchemi.

Також Alchemi підтримує багаторівневу структуру Grid. Керуючий вузол (Manager) може виступати в ролі обчислювального вузла (Executor) для керуючого вузла на вищому рівні. У такий спосіб можна створювати розгалужену ієрархічну Grid-систему. Користувач (Owner), підключений до керуючого вузла вищого рівня, має доступ до всієї обчислювальної потужності Grid-системи. Користувач, який підключений до локального керуючого вузла, може скористатися лише ресурсами тих вузлів, які підключені безпосередньо до локального керуючого вузла (рис. 2).



o - користувач, m - керуючий вузол, e - виконуючий вузол.

Рис. 2. Багаторівнева структура Grid-системи Alchemi

Опис програмної платформи розробленої Grid-системи

Всі компоненти платформи розроблені на базі технології .NET Framework і можуть працювати під управлінням ОС Windows. Такий вибір технологій пояснюється тим, що:

- більше 90% комп'ютерів у всьому світі працюють під управлінням різних версій ОС Windows, особливо на підприємствах;
- у той же час більшість існуючих Grid-систем розроблено та оптимізовано під Unix-подібні ОС;
- підтримка багатьох мов програмування платформи .NET – можна використовувати бібліотеки, написані на одній мові з додатком, який розробляється на іншій мові програмування [6].

Як і інші Grid-платформи, Alchemi віртуалізує ресурси багатьох обчислювальних вузлів, утворюючи великий мультипроцесорний віртуальний комп'ютер.

Платформа Alchemi підтримує дві моделі створення паралельних додатків:

- модель пакетних Grid-задач;
- об'єктно-орієнтована модель Grid-потоків.

Модель пакетних Grid-задач є класичною моделлю для розподілених обчислень. Це високорівнева абстракція віртуальної машини, в якій найменшим блоком паралельного виконання є процес. Специфікація задачі для виконання у Grid-системі складається, головним чином, з вхідних файлів, вихідних файлів та додатку для виконання (процесу).

З іншого боку, об'єктно-орієнтована модель Grid-потоків є основною програмною моделлю для платформи Alchemi. Вона пропонує більш низькорівневу (отже більш потужну) абстракцію Grid-системи, надаючи об'єктно-орієнтовану програмну модель, яка імітує традиційне мультипотокове програмування. Найменшим блоком паралельного виконання у даному випадку є Grid-потік (об'єкт .NET), який є програмним аналогом звичайного потоку.

Але для розробника Grid-додатків усі функції створення та управління Grid-потоків зібрано у дуже зручному програмному інтерфейсі платформи, що дозволяє зосередитись на розробці саме додатку, а не замислюватись над питаннями управління потоками. Більше того, для розробника не має різниці між локальним потоком та віддаленим Grid-потоким, адже управління віддаленими потоками Grid-платформа бере на себе.

Модель пакетних Grid-задач підтримуються з метою:

- надання можливості виконання традиційних додатків;
- можливості взаємодії із зв'язуючим програмним забезпеченням інших Grid-платформ (через інтерфейс Grid-служб).

Типи вузлів платформи Alchemi

Як вже було зазначено вище, платформа Alchemi складається з трьох основних розподілених компонентів (вузлів): керуючий вузол, обчислювальний вузол та користувач. Для створення робочої Grid-системи на базі платформи Alchemi необхідно встановити та налагодити всі три типи вузлів.

Керуючі та обчислювальні вузли платформи Alchemi можуть бути встановлені як звичайний додаток або як системна служба, завдяки чому вони можуть працювати незалежно від того, завантажений чи ні користувач на комп'ютері.

Керуючий вузол безпосередньо підключений до головного комутатора локальної мережі, що дозволить знизити можливі затримки при роботі Grid-системи, адже керуючий вузол є центральним елементом у архітектурі Grid-системи.

Обчислювальні вузли. Початкова кількість встановлених вузлів дорівнює п'яти. Обчислювальні вузли встановлювались як системна служба.

Вузол користувача. На робочому вузлі немає необхідності встановлювати додаткове програмне забезпечення, адже на ньому лише виконується клієнтський Grid-додаток. Клієнтський додаток може бути запущено на будь-якому комп'ютері локальної мережі під управлінням ОС Windows.

Тестування Grid-системи було проведено для двох задач:

- чисто тестовий підрахунок числа Pi до 1000 десяткових знаків;
- для рендерингу моделі КС.

Результати тестування при різній кількості комп'ютерів у Grid показали ефективність цієї технології обчислень.

4 Висновки

Використання Grid-технологій надає численні переваги, а саме – дозволяє вирішити актуальну проблему зростання потреб в обчислювальних ресурсах та одночасне прагнення зменшити витрати на обчислювальне обладнання.

Впровадження Grid-технологій можна рекомендувати для рішення великого спектру академічних, наукових, виробничих та бізнес-задач, наприклад, віртуалізація обчислювальних ресурсів організації або багатопараметричний аналіз даних. Побудована у НДІ «Центр» Grid-система дає можливість оптимізувати роботу конструкторсько-технологічного центра в суднобудуванні. В подальшому планується удосконалення Grid-системи та її розширення.

Література

1. Масич Г.Ф. «Многомашинные и многопроцессорные вычислительные системы»
2. Архитектура и топологии многопроцессорных вычислительных систем", электронный учебник, А.Богданов, В.Мареев, Е.Станкова, В.Корхов
3. Методическое пособие по курсу "Многопроцессорные системы и параллельное программирование", Ростовский государственный университет, В.Н. Дацюк, А.А. Букатов, А.И. Жегуло
4. <http://www.parallel.ru> – “Информационно-аналитический центр по параллельным вычислениям в сети Internet”
5. <http://gridclub.ru> – “Интернет-портал по грид-технологиям”
6. <http://www.alchemi.net> – Офіційний сайт Grid-платформи Alchemi
7. Krishna Nadiminti, Akshay Luther, Rajkumar Buyya, Alchemi: A .NET-based Enterprise Grid System and Framework. User Guide for Alchemi 1.0, 2005