

## Агент реплікації в розподіленій дискретно-подійній системі імітаційного моделювання OpenGPSS

Д.Г. Діденко

Системи розподіленого імітаційного моделювання [1, 2] із кожною хвилиною все більше і більше застосовуються для моделювання складних задач у таких сферах економіки як літакобудування, автомобілебудування, логістика та ін. Однією з таких систем є розробка Київського Центра Імітаційного Моделювання розподілена дискретно-подійна система імітаційного моделювання OpenGPSS[3], що працює з мовою імітаційного моделювання GPSS [4, 5]. Ця система являє собою кластер імітаційного моделювання – об'єднання серверів моделювання, та підтримує динамічну переконфігурацію кластера у випадку відмови або приєднання нового сервера. Інформація відносно мережевої топології використовується лише на системному рівні, що забезпечує прозорість керування імітацією для користувача – тому у GPSS-сценарії (GPSS-script) нема спеціальних команд розпаралелювання даних таких як у мовах паралельного програмування HPF та OpenMP Fortran [6].

Забезпечення відмовостійкості системи досягається за допомогою реплікації та персистентного розміщення об'єктів системи у СУБД (зберігання даних у таблицях СУБД).

Кожний з серверів зберігає інформацію про GPSS-сценарії, GPSS-сутності (одноканальні пристрої (Facility), багатоканальні пристрої (Storage), черги (Queue), функції (Function), логічні перемикачі (Logic Switch), матриці (Matrix), зберігаємі величини (Save Value), таблиці (Table), списки користувача (User Chain), генератори (Generate)) та проводить імітаційні експерименти.

Сервер моделювання функціонально складається з таких агентів: агент імітаційного моделювання AgSim, агент реплікації AgRep; агент розділу навантаження AgSpl; агент синхронізації AgSnc; агент прийняття-передачі повідомлень AgTrf; агент продуктивності сервера AgPwr; агент взаємодії з користувачем AgUsr; агент вилучення застарілих даних AgGbr, що можуть взаємодіяти один з одним через системні таблиці та інші інтерфейси (наприклад, канали (pipe) або розклад завдань (job)).

Програмна реалізація сервера моделювання основана на СУБД Oracle [7, 8] у вигляді таблиць і пакетів на вбудованій процедурній мові PLASQL [9, 10]; потік керування передається за допомогою завдань (job).

### 1. Реплікація у системі OpenGPSS

Застосування реплікації у системі OpenGPSS впливає із особливостей архітектури для забезпечення надійності роботи кластера і виконання вимог

забезпечення надійного проведення імітаційного експерименту в умовах постійних відмов, включення нових серверів та змін топології з'єднань у кластері (динамічна переконфігурація кластера).

З точки зору даних, кластер моделювання – це розподілена асинхронна БД, що розгорнута на множині взаємодіючих серверів. Усі сервери рівнозначні. Під “сутностями” будемо розуміти GPSS-сценарії, GPSS-сутності та записи про користувачів. Для досягнення незаперечуваності даних у якості відповідних унікальних ідентифікаторів сутностей застосовуємо GUID, що згенеровані різними серверами.

Використання будь-якого головного сервера у системі для генерації ідентифікаторів та синхронізації годинників зменшує можливості масштабованості системи, тому що головний сервер буде вузьким місцем для всієї системи відносно пропускної спроможності каналу зв'язку цього сервера. Крім того застосування системи “єдиного годинника” неможливо через те, що не в усі моменти часу граф зв'язків серверів є зв'язним – при розділі кластеру на частини, кожний “підкластер” продовжує функціонувати незалежно.

Одним з рішень вище згаданих вимог асинхронності створення сутностей та неможливості використання головного сервера є відкладене вилучення сутностей. Для цього створюється список ідентифікаторів “застарілих” сутностей, і періодично система автоматично їх вилучає з сервера. Необхідно лише поєднувати “застарілі” списки з усіх серверів та зберігати їх на кожному сервері. Треба зауважити, що цей список лише зростає і ніколи не зменшується, тому що ніколи невідома кількість серверів на яких використовувалися сутності, і, виходячи з цього, ніколи достеменно не відомо чи всі такі сутності вилучені з усіх серверів усього кластера.

## **2. Агент реплікації AgRep**

Агент реплікації AgRep має всі властивості агента[11]:

- *автономність* – властивість діяти без зовнішнього керуючого впливу, тому, по-перше, агент працює в ізольованій сесії, по-друге, керування агенту передається асинхронно за допомогою запуску запланованих завдань (job) [12] у СУБД Oracle. На кожному сервері може бути не більше одного агента реплікації;

- *реактивність* – можливість приймати навколишнє середовище, та реагувати на його зміни. Час запуску агента AgRep постійно змінюється в залежності від стану сервера. Наприклад, коли поступає новий GPSS-сценарій, його необхідно відразу скопіювати на інші сервери для підвищення надійності.

- *активність* (pro-activeness) – властивість виконувати поставлені перед агентом задачі: реплікація користувачів, реплікація GPSS-сценаріїв, планування наступного запуску агента. Іншими словами, завдання агента полягає у досягненні однаковості даних (крім даних імітаційних експериментів) на всіх серверах кластера. Тоді, у разі відмов, працездатність системи зберігається доти доки функціонує останній сервер;

- *комунікативність* – властивість взаємодіяти з іншими агентами – агент реплікації використовує системні виклики для створення користувачів на іншому сервері та використовує таблиці GPSS-сценаріїв та GPSS-сутностей для копіювання їх з одного сервера на інший, також використовуються системні інтерфейси поточного сервера для планування наступного запуску агента реплікації.

Агент реплікації AgRep копіює GPSS-модель у внутрішньому форматі (таблиця GPSS-моделей, таблиці GPSS-сутностей) з одного сервера імітаційного моделювання на інший. На кожному сервері зберігається своя копія GPSS-моделі, і далі при балансуванні навантаження передаються лише початкові та кінцеві маркери обробки. Саме тому підвищується швидкість обробки при наявності локальних даних.

Слід зауважити, що після змін структури GPSS-моделі (перевантаження GPSS-блоків) або змін в проведенні імітаційного експерименту, агент реплікації стає першочерговим у списку задач сервера для того, щоб якнайшвидше продублювати ці дані на інших серверах.

Виникнення конфліктів вставки одних і тих самих даних двома (або більше) агентами реплікації з різних серверів вирішується автоматично на рівні СУБД Oracle, як проблема блокування унікальних записів при вставці з різних сесій. У цьому випадку “перший за часом” (відносно поточного сервера) агент успішно записує дані і працює далі, а всі інші блокуються – переходять у режим очікування, доки не завершить свою сесію підтвердженням (commit) або скасуванням змін (rollback) перший агент.

### **3. Висновки**

У докладі розглянуті питання реплікації у розподіленій дискретно-подійній системі імітаційного моделювання OpenGPSS. Також спроектований та реалізований агент реплікації AgRep в Oracle мовою PLASQL.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. SPEEDES. <http://www.speedes.com>
2. Mascarenhas E., Knop F., Vernon R. ParaSol: A multithreaded system for parallel simulation based on mobile threads. Winter Simulation Conference 1995.
3. Киевский Центр Имитационного Моделирования. <http://www.simulation.kiev.ua>
4. Шрайбер Томас Дж. Моделирование с использованием GPSS. – М.: Машиностроение, 1980. – 593 с.
5. Томашевский В.Н., Жданова Е.Г. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.
6. Воеводин В. В., Воеводин В. В. Параллельные вычисления. Научное издание. – СПб.: BHV.
7. Бобровски Стив. Oracle8: Архитектура. Пер. с англ. И. Драшников. -М.:Лори, 1998. -210 с.: ил. ISBN 5-85582-040-8 (рус.)
8. Кайт Том. Oracle для профессионалов. Книга 1. Архитектура и основные особенности: Пер. с англ. – М.: ДиасофтЮП, 2003. – 672 с.

9. Прибыл Б., Фейерштейн С. Oracle PL\SQL для профессионалов 3-е изд.: Пер. с англ. - СПб.: Питер, 2003 - 941 с.: ил. ISBN 5-318-00528-4 (рус.), ISBN 0-596-00381-1 (англ.)
10. Скотт Урман. Oracle8: Программирование на языке PL/SQL. Пер. с англ. И. Драшников. -М.:Лори, 1999. -608 с.: ил. ISBN 5-85582-043-2 (рус.) 0-07-882305-6 (англ.)
11. Wooldridge M., Jennings R. Intelligent Agents: Theory and Practice. Knowledge Engineering Review, Jan 1995.
12. Кайт Том. Oracle для профессионалов. Книга 2. Расширение возможностей и защита: Пер. с англ. – М.: ДиасофтЮП, 2003. – 848 с.

## АНОТАЦІЯ

В доповіді розглянуті питання реплікації у розподіленій дискретно-подійній системі імітаційного моделювання OpenGPSS, що збудована на агентній технології та реалізована на основі PL/SQL в СУБД Oracle. Також розглянуті питання створення, копіювання та вилучення об'єктів у розподілених системах.

В докладе рассматриваются вопросы репликации в распределенной дискретно-событийной системе имитационного моделирования OpenGPSS, построенной на агентной технологии и реализованной на основе PL/SQL в СУБД Oracle. Также рассмотрены проблемы создания, копирования и удаление объектов в распределенных системах.

The report deals with questions of replication in distributed discrete-event simulation system OpenGPSS, which set on agent technology and implemented on PL/SQL on DBMS Oracle. The problems of creation, copying and destroying objects in distributed systems also was laboured in the report.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Діденко Дмитро Георгієвич  
Україна, г. Київ, Національний Технічний Університет України "КПІ"  
Аспірант кафедри АСОІУ (Автоматизовані Системи Обробки інформації та Управління) НТУУ "КПІ"  
04056, г. Київ, проспект Перемоги, 37-А, корпус 18.  
дом. тел.: (044) 513-55-06  
E-mail: [dima@osvita.net](mailto:dima@osvita.net)

Область наукових інтересів: імітаційне моделювання, розподілені системи, метакомп'ютинг, паралельне програмування, СУБД.