

# МОДЕЛИРОВАНИЕ МУЛЬТИПРОЦЕССОРОВ СИСТЕМ БАЗ ДАННЫХ С МНОГОЯДЕРНЫМИ УСКОРИТЕЛЯМИ

А.М. Осипова, П.С. Костенецкий

Потребность в высокой производительности систем баз данных увеличивается с каждым годом [1]. Современные параллельные системы баз данных используют в качестве аппаратной платформы комплексы с классической кластерной архитектурой. Однако повышение производительности таких систем имеет ряд физических ограничений [4]. Одним из наиболее эффективных решений этой проблемы может стать использование в качестве аппаратной платформы для систем баз данных вычислительных кластеров с гибридными вычислительными узлами, содержащими многоядерные сопроцессоры и графические ускорители. Существующие исследования эффективности параллельной обработки запросов [2, 3] показывают целесообразность перевода систем баз данных на гибридную аппаратную архитектуру.

Для оценки эффективности выполнения запросов к базе данных на различных аппаратных архитектурах обычно используются математические модели [5]. Применимость модели обеспечивают следующие характеристики: учет специфики приложений баз данных; адекватное представление многопроцессорных систем с иерархической структурой соединительной сети; моделирование дисковых операций ввода/вывода; моделирование фрагментного параллелизма; моделирование передачи сообщений по соединительной сети с иерархической структурой; адекватный метод оценки стоимости запросов; ориентация на реляционную модель данных; моделирование параллельных (распределенных) транзакций; моделирование межтранзакционного параллелизма.

В связи с появлением вычислительных кластеров с гибридными вычислительными узлами, содержащими многоядерные ускорители, появилась необходимость в разработке математической модели для моделирования параллельной обработки запросов к базам данных в подобных многопроцессорных системах. Разрабатываемая модель должна оценивать нагрузку на вычислительные ядра процессоров и сопроцессоров. В существующих моделях систем баз данных эта функция отсутствует. Кроме того, появляется необходимость учитывать передачу данных на сопроцессоры по системной шине. Данное научное исследование посвящено разработке новой математической модели и реализации на ее базе программной системы (эмулятора), позволяющей моделировать и исследовать эффективность многопроцессорных конфигураций систем баз данных с вычислительными узлами, содержащими многоядерные сопроцессоры и графические ускорители.

На сегодняшний день получены следующие результаты:

- разработана новая математическая модель многопроцессорной системы для параллельной обработки баз данных с применением многоядерных сопроцессоров, позволяющая моделировать и исследовать произвольные иерархические многопроцессорные конфигурации в контексте приложений баз данных;
- предложены подходы для обработки запросов при помощи графических ускорителей, многоядерных сопроцессоров и центральных процессоров [6];
- на базе предложенных подходов реализован эмулятор параллельной СУБД, позволяющий моделировать выполнение запросов на сопроцессорах Intel Xeon Phi.

Дальнейшим направлением исследований является расширение математической модели и эмулятора на поддержку графических ускорителей и выполнение вычислительных экспериментов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-07-31082 (2012-2013 гг.) и гранта Президента РФ № МК-3711.2013.9 (2013-2014 гг.).

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Gray J., et al. Scientific Data Management in the Coming Decade // SIGMOD Rec. 2005. Vol. 34, No. 4. P. 34-41.
2. He B., Lu M., et al. Relational query coprocessing on graphics processors // ACM Trans. Database Syst. Vol. 34, No.4. P. 21:1--21:39. ACM. 2009.
3. Kim C., Chhugani J., et al. Designing Fast Architecture-Sensitive Tree Search on Modern Multicore/Many-Core Processors // ACM Trans. Database Syst., Vol. 36, No. 4. P. 22:1--22:34. ACM. 2010.
4. Ofelt D., Hennessy J.L. Efficient performance prediction for modern microprocessors // Proceedings of the 2000 ACM SIGMETRICS international conference on Measurement and modeling of computer systems. P. 229-239. ACM. 2000.
5. Костенецкий П.С., Соколинский Л.Б. Моделирование иерархических многопроцессорных систем баз данных // Программирование. Москва: МАИК "Наука/Интерпериодика". Vol. 39 No 1. 2013.
6. Костенецкий П.С. Обработка запросов на кластерных вычислительных системах с многоядерными ускорителями // Вестник ЮУрГУ. Серия "Вычислительная математика и информатика". 2012. № 47(306). Вып. 2. С. 59-67.