

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТЬЮ ДЛЯ ГИПЕРВИЗОРА KVM/QEMU НА ОСНОВЕ ВЗВЕШЕННОЙ ЛИНЕЙНОЙ РЕГРЕССИИ

Ферубко Андрей Олегович

Аспирант, 1 год обучения

*Брянский государственный инженерно-технический университет, Брянск,
Россия*

E-mail: ferubko1999@yandex.ru

Научный руководитель — Казаков Олег Дмитриевич

В современных системах виртуализации, таких как KVM/QEMU [1], эффективное управление оперативной памятью является ключевым фактором для обеспечения стабильной работы виртуальных машин (ВМ). Неравномерное распределение оперативной памяти между ВМ может привести к дефициту ресурсов у одних и избытку у других, что снижает производительность и увеличивает задержки. Классические системы управления не решают данную проблему. При решении этой проблемы важно учитывать стабильность системы, которая пропорциональна производной ресурсов от времени, и минимизировать количество перераспределений оперативной памяти чтобы уменьшить нагрузку. Для решения этой задачи подходят модели, предполагающие наличие некоего порогового значения. Если модуль разности ресурсов, рассчитанный для следующей итерации и тех, что находятся под управлением гипервизора [2], превысит это пороговое значение, то в этом случае происходит процесс перераспределения ресурсов, в противном случае система остаётся без изменений. Если перераспределение происходит часто, то систему следует считать нестабильной и производить мониторинг её ресурсов чаще. А если перераспределения происходят редко, то имеет смысл увеличить интервалы между итерациями мониторинга и принятия решения о перераспределении ресурсов. Для прогнозирования ресурсов на следующий временной отрезок имеет смысл применять взвешенную линейную регрессионную модель, чтобы учесть стабильность системы и заранее выделить необходимые ресурсы, при этом не создав излишней нагрузки при помощи более сложной в вычислительном плане регрессионной модели.

Алгоритм управления гипервизором KVM/QEMU на основе классификации по стабильности и взвешенной линейной регрессионной модели был реализован на языке программирования Python3

и выложен в открытый доступ в репозитории на GitVerse (<https://gitverse.ru/ferubko1999/trosna-box-python.git>). Было проведено сравнение взвешенной линейной регрессии с другими регрессионными моделями. Для этого была проведена серия экспериментов, в которых в роли основной ОС выступала Ubuntu 24.04, а в качестве гостевой ОС Fedora 40. Анализировалось качество предсказания потребления ресурсов к моменту следующей итерации мониторинга при фиксированном значении порогового значения. Архитектура системы управления допускает замену регрессионной модели, что было использовано для сравнения эффективности применения различных регрессионных моделей для данной задачи. Применяли линейную регрессию, регрессию с L2-регуляризацией по Тихонову, регрессию с L1-регуляризацией, и взвешенную линейную регрессию.

С помощью разработанной модели удалось оптимизировать управление системой с гипервизором KVM/QEMU и избежать сценариев с неоптимальным распределением ресурсов. При этом удалось уменьшить количество итераций алгоритма мониторинга, что привело к уменьшению общей нагрузки на систему. Также было продемонстрировано небольшое превосходство взвешенной линейной регрессии над другими регрессионными моделями, рассматриваемыми в данной работе.

Литература

1. Abeni L., Faggioli D. Using Xen and KVM as real-time hypervisors // Journal of Systems Architecture. 2020. Vol. 106. P. 101709.
2. De Alfonso C., Calatrava A., Moltó G. Container-based virtual elastic clusters // Journal of Systems and Software. 2017. Vol. 127. P. 1–11.