Вероятностная оценка характеристик вычислительной системы с многоядерными процессорами

Г.П.Суворова

МУРОМСКИЙ ИНСТИТУТ(ФИЛИАЛ)Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования « Владимирский государственный университет»

602264 г. Муром, Владимирской обл., ул.Орловская, 23, тел.:(49234)77273

E-mail: kaf-eivt@yandex.ru

Для увеличения производительности в состав вычислительных систем (ВС) вводятся несколько процессоров, способных функционировать параллельно во времени и независимо друг от друга и наряду с тем взаимодействовать между собой и с общими для них внешними устройствами. Виртуальная многопроцессорность обеспечивает реальный рост производительности в основном для программ, допускающих распараллеливание вычислений, в которых команды параллельных потоков не используют одновременно одни и те же аппаратные ресурсы процессора, например, кэш-память, АЛУ и другие[1].

Многоядерные процессоры (МП) по сравнению с параллельными виртуальными процессорами обеспечивают существенно большую производительность, поскольку у них почти нет совместно используемых процессорных ресурсов (АЛУ, МПП, кэш-память, L1 у каждого свои).

В этом случае можно считать, что процессоры функционируют независимо и работу многоядерного процессора в режиме разделения функций можно рассматривать как процесс функционирования многоканальной системы массового обслуживания. Каждая из систем массового обслуживания состоит из потока требований, поступающих с интенсивностью λ_i, очереди О, требования из которой выбираются в порядке поступления их в систему и средней длительностью обслуживания требования каждым из ядер процессора, равной ϑ_i [2].

Рассмотрим характеристики системы массового обслуживания. Для этой модели интервалы времени между двумя последовательными требованиями – независимые случайные величины с функцией экспоненциального распределения:

$$P(\tau) = 1 - e^{-\lambda\tau}.$$

Плотность распределения имеет вид: $p(\tau) = \lambda e^{-\lambda\tau}$.

Для простейшего потока число требований k, поступающих в систему за промежуток времени τ, распределено по закону Пуассона:

$$P(k\tau) = \frac{(\lambda\tau)^k}{k!} e^{-\lambda\tau}.$$

Математическое ожидание длины интервалы времени между последовательными моментами поступления требований равно

$$E(\tau) = \int_0^\infty \tau p(\tau) d\tau = 1/\lambda .$$

Дисперсия интервала времени между последовательными моментами поступления требований

$$D(\tau) = \int_0^\infty \tau^2 p(\tau) d\tau - (E[\tau])^2 = 1/\lambda^2 .$$

При экспоненциальном распределении длительности обслуживания и дисциплине FIFO среднее время ожидания требований в системе с номером i=1,…,N и загрузкой $\rho = \lambda / \mu$ равно $\omega_i = [\rho_i /(1-\rho_i)]\vartheta_i$.

Среднее время пребывания требований

$$u_i = \omega_i + \vartheta_i = [1/(1-\rho_i)]\vartheta_i .$$

Среднее число требований в очереди

$$l_i = \omega_i \lambda_i = \rho_i^2 /1-\rho_i)].$$

Среднее число требований в системе

$$m_i = u_i \lambda_i = \rho_i /(1-\rho_i).$$

Микропроцессор как целый объект обслуживает суммарный поток требований, поступающий на вход системы с интенсивностью

$$\Lambda = \sum_i^N \lambda_i .$$

Требование из суммарного потока с вероятностью λ_1 / Λ будет ожидать обслуживания в среднем ω_i единиц времени, с вероятностью $\lambda_1 / \Lambda - \omega_2$ единиц времени. С учетом этого среднее время ожидания требования из суммарного потока определяется выражением

$$W = \sum_1^N (\lambda_i / \Lambda)\omega_i .$$

Аналогично, среднее время пребывания в системе

$$U = \sum_1^N (\lambda_i / \Lambda) u_i .$$

В том случае, если каждый из ядер процессора обслуживает точно N-ю часть суммарного потока требований и средняя длительность обслуживания одинакова для всех ядер и равна ϑ_i, то значения интенсивностей поступления требований равны $\lambda_1 = \lambda_2 = ... = \Lambda / n$ и коэффициент загрузки каждого ядра процессора равен $\rho_1 = ... = \rho_N = \rho$. При равномерном распределении нагрузки следует, что средние времена ожидания и пребывания требований равны соответственно:

$$W = [\rho /(1-\rho)]\vartheta ;$$

$$U = [1/(1-\rho)]\vartheta.$$

Рассмотренная математическая модель системы массового обслуживания вида М/М/1 представляет оценку основных характеристик вычислительной системы с многоядерными процессорами.

Литература

1. Бройдо, В.Л., Ильина, О.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. 3-е изд.-СПб.: Питер, 2008.-766с

2. Гнеденко, Б.В., Коваленко, И.Н. Введение в теорию массового обслуживания.-2-е изд.-М.: Наука, 1987.-336с.