Априорная оценка характеристик параллельных приложений при планировании задач на кластерной системе

Р.А. Ахметшин, А.В. Юлдашев

Уфимский государственный авиационный технический университет

Для вычислительных систем коллективного доступа, таких как кластеры и суперкомпьютеры, важным аспектом является эффективное использование ресурсов системы. Эффективность во многом зависит от используемого системного программного обеспечения, в частности, ключевую роль играет используемый планировщик задач, который отвечает за распределение задач по узлам кластерной системы. Очевидно, что задачи, интенсивно использующие общие ресурсы вычислительных узлов кластерной системы, к которым можно отнести оперативную память, коммуникационной среду и др., желательно, распределять на различные вычислительные узлы. Однако, характеристики использования задачами общих ресурсов, например, интенсивность обращений к оперативной памяти, как правило, до запуска задачи неизвестны. В то же время можно измерить эти характеристики во время расчета задач средствами системных профилировщиков (OProfile, Intel PCM и др.) и с учетом того, что на кластерных системах часто запускается множество схожих задач, использовать данную информацию в последующем для априорной оценки характеристик вновь поступающих задач на основе набранной статистики.

Процедура априорной оценки некоторой характеристики задачи, для определенности будем говорить об интенсивности обращений к оперативной памяти, проводится нами в 2 этапа:

1) объединение выполненных ранее задач в группы (кластеризация) и расчет осредненных характеристик по группам;
2) выбор наиболее подходящей группы для новой задачи с неизвестной характеристикой (классификация).

На первом этапе априорной оценки проводится объединение схожих между собой задач в группы на основе алгоритма иерархической кластеризации [1]. Результатом применения иерархической кластеризации является дендрограмма, для построения которой требуется матрица сходства, определяющая уровень сходства между парами объектов. Для вычисления сходства вводится понятие расстояния между двумя задачами, которое может быть рассчитано на основе различных параметров: имени владельца задачи, названия задачи, соответствующего ей приложения, размерности решаемой задачи и т.п. Причем желательно, чтобы при вычислении расстояния указанные параметры были нормированы и взвешены. Дендрограмма может быть построена различными методами, которые различаются способом вычисления расстояния между кластерами. Проведенные эксперименты показали, что в нашем случае наиболее качественная кластеризация достигается при использовании методов полной связи и средней связи, в которых расстояние между кластерами определяется как максимальное и среднее между элементами двух кластеров соответственно.

На втором этапе решается задача поиска наиболее близкого кластера для новой задачи с неизвестным значением интенсивности обращений к оперативной памяти. Расстояние до кластера рассчитывается как среднее расстояние до всех элементов кластера. В результате новая задача относится к наиболее близкому кластеру, из сформированных ранее, и ей ставится в соответствие среднее значение интенсивности обращений в память в выбранном кластере.

Предложенный подход реализован в кластерном планировщике CSched, разработанном в Уфимском государственном авиационном техническом университете (УГАТУ). В докладе будет представлена сравнительная эффективность алгоритма планирования с использованием данного подхода при планировании выполнения параллельных приложений на суперкомпьютере УГАТУ.

Литература

1. Жамбю М. Иерархический кластер-анализ и соответствия / Жамбю М.; пер. с франц. Б. Г. Миркина. — М.: Финансы и статистика, 1988. — 345 с.