

УДК 004.415.2.032.24

И.В.Стручков (асп., каф. АиВТ), В.М.Ицыксон, к.т.н., доц.,
В.Ф.Мелехин, д.т.н., проф.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОММУНИКАЦИОННЫХ ПОДСИСТЕМ ДЛЯ МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ С РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ПАМЯТЬЮ

Для решения задач многоканальной обработки сигналов требуется высокая производительность, поэтому в качестве средства обработки используются многопроцессорные системы с распределённой памятью. Такие системы требуют создания специальных *коммуникационных подсистем* для обмена данными между вычислительными устройствами. Эффективность работы многопроцессорной системы существенно зависит от коммуникационной подсистемы [1]. Поэтому актуальна задача анализа работы коммуникационной подсистемы, по результатам которого можно принимать технические решения, обеспечивающие повышение производительности.

Коммуникационная подсистема включает аппаратные и программные средства. Целью данного исследования в первую очередь является создание методики оптимизации программной части коммуникационной подсистемы.

Для глубокого исследования коммуникационной подсистемы строится ее математическая модель. Но точность моделирования существенно зависит от достоверности используемых численных данных, которые могут быть получены экспериментально.

Для экспериментального исследования был использован вариант коммуникационной подсистемы для специализированной вычислительной системы, построенной на основе сигнальных процессоров SHARC фирмы Analog Devices, разработанный лабораторией программно-аппаратных разработок кафедры автоматики и вычислительной техники СПбГПУ. Исследование проводилось на готовом образце вычислительного комплекса для обработки гидроакустических сигналов. В ходе эксперимента были получены данные о характере и интенсивности потоков данных в системе, а также характеристики загруженности процессоров и длины очередей сообщений. Экспериментальные данные позволяют судить об эффективности имеющейся реализации и ее узких местах. В то же время, данные о характере потоков данных чрезвычайно важны для создания математических моделей системы.

Можно выделить следующие характеристики для сравнения коммуникационных подсистем:

- объём внутренней памяти процессора, необходимый для размещения кода системы;
- объём внутренней памяти процессора, необходимый для размещения служебной информации;
- доля производительности процессора, расходуемая на деятельность системы;
- время доставки данных;
- вероятность потери данных вследствие переполнения очереди запросов.

В рамках данной методики предполагается оценка двух характеристик: времени доставки данных и вероятности потери.

Для оценки времени доставки данных предлагается использовать обобщенную характеристику – приведенное время передачи одного фрагмента данных (равного размеру внутреннего буфера) между двумя соседними процессорами. Для передач, маршрут которых

включает несколько узлов, приведенное время вычисляется путем деления общего времени доставки на количество промежуточных узлов. Формируются две оценки: среднее приведенное время по всем потокам данных в системе и максимальное время. Учитывая, что исследуемые системы предназначены для обработки данных в реальном времени, при исследовании необходим контроль соответствия временных параметров требованиям своевременной обработки входящих данных.

Для оценки вероятности потерь можно использовать среднее значение отношения потерь в каждом потоке к числу передач в этом потоке.

Имитационное моделирование потоков данных выполняется с помощью пакета моделирования OMNet++. Топология модели в точности соответствует топологии реального многопроцессорного комплекса. Узлами являются модели процессоров (включающие только коммуникационный аспект процессоров SHARC). Моделируемое ПО процессора включает коммуникационную систему и прикладные задачи (до 4-х на одном процессоре).

Потоки данных имеют всплесковый характер (что согласуется с результатами исследований функционирования реальной задачи). Всплески состоят из одного или нескольких фрагментов данных, следующих непосредственно друг за другом. Периодичность всплесков задается временным параметром.

Задачи, исполняемые на каждом процессоре, могут быть описаны с помощью двух моделей: *генератор* и *преобразователь данных*. Генератор автономно создает всплески согласно заданному временному параметру. Один генератор может создавать потоки одновременно для нескольких получателей. Генератор характеризуется следующими параметрами:

- периодом всплесков (T_b);
- количеством фрагментов во всплеске (N_b);
- перенормированном числе получателей данных.

Преобразователь данных, в отличие от генератора, активизируется не автономно, а после получения заданного количества входных данных. Преобразователь характеризуется следующими параметрами:

- количеством фрагментов для активизации (N_a);
- временем обработки (T_o);
- перенормированном числе получателей данных;

Кроме того, для каждого получателя специфицируется количество фрагментов во всплеске (N_b) и кратность, то есть количество активизаций, после которого генерируется всплеск (M).

Для сравнения эффективности коммуникационных подсистем с использованием построенной модели на более широкой области возможных прикладных задач предлагается воспользоваться методом статистических испытаний (Монте-Карло) [2]. На эффективность применения метода (то есть число необходимых реализаций для достижения приемлемой точности) влияет выбор законов распределений вводимых случайных величин и разумное ограничение класса рассматриваемых задач.

Таким образом, предложенная модель и методика ее использования позволяет исследовать эффективность коммуникационных подсистем для многопроцессорных систем с распределенной памятью на широкой области возможных прикладных задач и по результатам анализа за счет модификации программного обеспечения повышать производительность.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
2. Соболев И.М. Метод Монте-Карло. М.: Наука, 1985.