

УДК 004.318

Петров И.А.^{1,2}

¹ Московский физико-технический институт

² ЗАО «МЦСТ»

Разработка кэша справочника для вычислительного комплекса на базе микропроцессора «Эльбрус-2S»

Кластер, построенный на основе 4-х ядерного микропроцессора (системы на кристалле, СНК) «Эльбрус-2S», который разрабатывается ЗАО «МЦСТ», состоит из четырех микропроцессоров, соединенных между собой межпроцессорными линиями по принципу каждый с каждым. В состав общей распределенной физической памяти кластера входит физическая память каждого микропроцессора, таким образом, кластер представляет собой систему с неоднородным доступом в память (NUMA).

Одним из главных требований при разработке подобных систем является поддержка когерентности, согласованности обрабатываемых данных, в кэш-памяти микропроцессора. Ранее, для поддержки когерентности в вычислительных комплексах (ВК) на базе одноядерного микропроцессора «Эльбрус-S», использовалась техника полного снуирования - рассылка запросов проверки когерентности всем процессорам системы. Основным недостатком такого механизма является падение эффективной пропускной способности каналов межпроцессорного и межкластерного обмена при увеличении числа процессоров в системе, которое происходит за счёт того, что основную часть информации, передаваемой по этим каналам, составляют пакеты поддержания когерентности (запросы, ответы на них).

В ВК на базе микропроцессора «Эльбрус-2S» для сокращения служебного потока используемый ранее протокол поддержки когерентности расширяется за счёт введения дополнительного элемента — справочника (directory). Справочник - это устройство, хранящее информацию о местонахождении и состоянии строк данных оперативной памяти, экспортированных в кэш-памяти процессоров, и формирующее на основе этой информации необходимый минимум запросов поддержки когерентности. При этом в новой разработке реализуется полный справочник, который хранит информацию о каждой строке оперативной памяти системы. Такой объём информации можно хранить только в самой оперативной

памяти.

Введение кэш-памяти для справочника обеспечивает большую эффективность работы системы по следующим причинам: 1) снижается задержка доступа к данным справочника. 2) уменьшается нагрузка на каналы памяти. Кэш-память исполняется в виде отдельного модуля, который можно эффективно интегрировать в состав системного коммутатора (SC), одной из функций которого является рассылка запросов поддержки когерентности.

Для построения кэш-памяти используется принцип множественно-ассоциативного отображения блоков оперативной памяти на ее блоки. Степень ассоциативности выбрана по минимальному числу ядер в системе(16). Выбор таких параметров, как общий размер кэш-памяти и длина одной кэш-строки, производится по результатам моделирования реальных задач с использованием программной модели кэша справочника. В качестве стратегии замещения кэш-строк берётся комбинация псевдослучайного выбора и алгоритма PseudoLRU, совмещающая в себе простоту реализации и эффективность.

Кэш справочника выполняет следующий набор функций:

- 1) Выдачу данных справочника в системный коммутатор с минимальным отклонением от заданного темпа обработки запросов(1 запрос/такт).
- 2) Формирование и модификацию информации справочника. В процессе разработки был принят формат элемента справочника, обеспечивающий рассылку минимума запросов поддержки когерентности. Размер элемента справочника меняется в зависимости от размера ВК.

В ходе работы была создана синтезируемая rtl-модель кэша справочника, удовлетворяющая всем поставленным требованиям. На данный момент устройство находится на стадии физического проектирования и функционального тестирования.

Литература

1. *Шерстнёв А.Е., Зайцев А.И.* Организация межпроцессорного обмена в многокластерных системах на базе микропроцессоров "Эльбрус-S" и "МЦСТ-4R" // Вопросы радиоэлектроники. – 2009. – вып. 3