

Недбайло Ю.А.

Институт электронных управляющих машин

ЗАО «МЦСТ»

Организация потоков обменов в системе на кристалле Эльбрус-2S

Производительность цифровой вычислительной техники по мере её развития всё больше зависит от скорости обмена между отдельными устройствами. С увеличением количества устройств, обменивающихся друг с другом, и повышением их требований к пропускной способности и задержкам требуется всё более сложная организация соединений. Это в полной мере относится к микропроцессорам, в каждом новом поколении которых существенно увеличивается частота и кратно увеличивается количество ядер.

Система на кристалле Эльбрус-2S содержит 4 процессорных ядра, трёхканальный контроллер памяти DDR3, контроллер ввода-вывода и три контроллера высокоскоростных межпроцессорных соединений (линков). Эффективная организация соединений по принципу «каждый с каждым» между перечисленными устройствами затруднительна и потребовала бы чрезмерное количество оборудования. В рассматриваемой системе только короткие сообщения, имеющие размер порядка двух байт, несложно передавать таким образом. Размещение общего коммутатора в центре кристалла для реализации топологии «звезда» также было бы нецелесообразно ввиду чрезмерной длины многих путей и отсутствия необходимого количества свободной площади. С учётом топологии размещения устройств и характера обменов между ними, обмены обеспечиваются несколькими коммутаторами.

Данные, передаваемые ядрами в память, межпроцессорные линки и ввод-вывод, а также данные между контроллером памяти и линками маршрутизирует Data Box, расположенный в центре кристалла. Он содержит минимальное количество регистров и коммутаторов, необходимое для эффективного выполнения этой задачи. Всё то же справедливо для коммутатора первичных запросов, передаваемых из ядер в линки. Данные, передаваемые в ядра из памяти, линков, ввода-вывода и между ядрами одного процессора, маршрутизируют два `tau_hub`, расположенные рядом с соответствующими им парами ядер так, чтобы расстояние до каждого из соединяемых устройств не превышало одного такта и чтобы, благодаря этому, время передачи было близко к минимальному и дополнительные промежуточные регистры не требовались. Тот факт, что часть оборудования в `tau_hub` таким образом продублирована, компенсируется их расположением между центральными

устройствами и ядрами, где площадь иначе не использовалась бы.

Помимо определения топологии при организации межсоединений требуется определить ширины соединений, правила арбитража и маршрутизации потоков, методы управления потоками и глубину используемых буферов. Эти задачи в системе Эльбрус-2S решены с учётом требований устройств к пропускной способности и задержкам, а также с целью предотвращения взаимных блокировок и активных тупиков.

Литература

1. *William J. Dally, Brian Towles. Principles and Practices of Interconnection Networks.* — Morgan Kaufmann, 2004.