

Масштабируемая многопроцессорная система МВС-100

Забродин А.Д., Корнеев В.Д., Левин В.К., Лацис А.О., Луцкий А.Е., Масалович А.И., Поздняков Л.А., Яблонский С.В., Ялин В.В.

Концепции параллелизма давно привлекали внимание и нашли свое воплощение как в математических методах, так и в развитии вычислительной техники, реализующей их. С появлением транспьютеров фирмы Inmos и других более производительных микропроцессоров фирм Intel, Texas Instrument, Analog Device началось интенсивное развитие вычислительной техники, реализующей концепцию массового параллелизма. Подобные вычислительные системы относятся к классу открытых масштабируемых систем, объединяющих большое число микропроцессоров.

В настоящее время рекордные результаты по производительности получены именно на таких системах и планируется в ближайшие годы выход на уровень триллион опер/сек. Таким системам уверенно принадлежит приоритет по экономичности (по показателю производительность/стоимость).

В ходе работ по созданию вычислительной системы МВС-100 разработаны вычислительные модули с производительностью на уровне 100 МФлопс при суммарной пропускной способности каналов межмодульного обмена до 10 Мбайт/с. Модули включают процессор Intel 860 XP(XR), выполняющий основную вычислительную обработку, и транспьютер Inmos T805 (T425), содержащий четыре стандартных канала обмена с пропускной способностью каждого до 20 Мбит/с. В каждом модуле микропроцессор Intel 860 и транспьютер имеют общую память объемом до 32 Мбайт. Локальная память транспьютера объемом до 8 Мбайт используется в операциях межмодульного обмена данными.

В рамках этих работ разработаны также транспьютерные модули, выполняющие вспомогательные функции при построении конкретных систем: высокопроизводительного ввода - вывода, автономной загрузки системы, управления внешними устройствами, обеспечения работы каналов связи на расстояние до 100 м и т. п.

Для комплексования модулей разработаны несколько типов несущих (материнских) плат. Материнские платы выполнены в двух известных форматах: стандарт платы расширения IBM PC и евростандарт. Платы отличаются количеством установочных мест под модули, возможностями реконфигурации вычислительной сети, способом подключения к управляющей машине и т.п.

Для размещения материнских плат в параллельных вычислителях и системах разработан ряд конструктивных блоков в стандартах "Евромеханика", НЭК-2 и "мини-блок", имеющих автономные системы питания и охлаждения.

Общесистемное программное обеспечение МВС-100 включает распределенную операционную систему и систему программирования. Операционная система способна

функционировать на смеси всех типов модулей и обладает следующими общими свойствами:

- 1) поддерживают конфигурации с большим (до 1024) числом вычислительных модулей и произвольной топологией межмодульных связей;
- 2) предоставляют возможность одновременного выполнения нескольких пользовательских задач и поддерживают модель "виртуальной машины", позволяющей разрабатывать прикладные программы без учета особенностей физической организации системы;
- 3) поддерживает языки высокого уровня — Fortran, Си и высокоуровневые средства отладки;
- 4) обеспечивает развитые средства ввода-вывода и предоставление пользователю многооконный графический интерфейс;
- 5) имеет встроенные средства контроля, диагностики и реконфигурации системы;
- 6) предоставляет возможность организации "контрольной точки" — сохранения текущего состояния многопроцессорной вычислительной системы для последующего восстановления при отказах;
- 7) предоставляет возможность организации работы системы в составе локальных и глобальных сетей.

Средства отладки и мониторинга ориентированы на работу в режиме выполнения программы на параллельной ЭВМ, режиме псевдовыполнения программы на инструментальной ЭВМ, а также в режиме имитации выполнения программы на параллельной ЭВМ. При этом средства отладки обеспечивают возможность многократного повторения параллельной программы. Реализованы и традиционные средства диалоговой отладки, предусматривающие визуализацию значений указанных переменных. Средства мониторинга содержат средства сбора статистики и профилирования программ.

В режиме имитации выполнения параллельной программы на инструментальной машине обеспечена возможность отладки программ на языках Fortran DVM, HOPMA, Fortran GNS, а также языках Fortran 77 и C, расширенных средствами библиотеки LIB-GNS.

В настоящее время разрабатываются параллельные программы для следующих предметных областей:

трехмерная нестационарная газовая динамика;

двумерная нестационарная газовая динамика с учетом теплопроводности; теория управления, навигации и дифференциальных игр; аэродинамика летательных аппаратов;

нелинейные нестационарные процессы переноса частиц излучения с учетом их взаимодействия со средой;

нейтронная физика: комплексный расчет ядерных реакторов, анализ их безопасности, защита от проникающей радиации;

синтез биомолекул РНК.

Статья поступила в редакцию в июне 1996 г.

НИИ 'Квант', Институт прикладной математики им. Келдыша

Информационное общество, 1996, вып. 2, с. 27-28.