

image not found or type unknown



Параллельные ЭВМ часто подразделяются по классификации Флинна на машины типа SIMD (Single Instruction Multiple Data - с одним потоком команд при множественном потоке данных) и MIMD (Multiple Instruction Multiple Data - с множественным потоком команд при множественном потоке данных). Как и любая другая, приведенная выше классификация несовершенна: существуют машины прямо в нее не попадающие, имеются также важные признаки, которые в этой классификации не учтены. В частности, к машинам типа SIMD часто относят векторные процессоры, хотя их высокая производительность зависит от другой формы параллелизма - конвейерной организации машины. Многопроцессорные векторные системы, типа Cray Y-MP, состоят из нескольких векторных процессоров и поэтому могут быть названы MSIMD (Multiple SIMD).

Классификация Флинна не делает различия по другим важным для вычислительных моделей характеристикам, например, по уровню "зернистости" параллельных вычислений и методам синхронизации.

Можно выделить четыре основных типа архитектуры систем параллельной обработки:

Конвейерная и векторная обработка.

Основу конвейерной обработки составляет раздельное выполнение некоторой операции в несколько этапов (за несколько ступеней) с передачей данных одного этапа следующему. Производительность при этом возрастает благодаря тому, что одновременно на различных ступенях конвейера выполняются несколько операций. Конвейеризация эффективна только тогда, когда загрузка конвейера близка к полной, а скорость подачи новых операндов соответствует максимальной производительности конвейера. Если происходит задержка, то параллельно будет выполняться меньше операций и суммарная производительность снизится. Векторные операции обеспечивают идеальную возможность полной загрузки вычислительного конвейера.

Машины типа SIMD.

Машины типа SIMD состоят из большого числа идентичных процессорных элементов, имеющих собственную память. Все процессорные элементы в такой

машине выполняют одну и ту же программу. Очевидно, что такая машина, составленная из большого числа процессоров, может обеспечить очень высокую производительность только на тех задачах, при решении которых все процессоры могут делать одну и ту же работу. Модель вычислений для машины SIMD очень похожа на модель вычислений для векторного процессора: одиночная операция выполняется над большим блоком данных.

Машины типа MIMD.

Термин "мультипроцессор" покрывает большинство машин типа MIMD и (подобно тому, как термин "матричный процессор" применяется к машинам типа SIMD) часто используется в качестве синонима для машин типа MIMD. В мультипроцессорной системе каждый процессорный элемент (ПЭ) выполняет свою программу достаточно независимо от других процессорных элементов. Процессорные элементы, конечно, должны как-то связываться друг с другом, что делает необходимым более подробную классификацию машин типа MIMD. В мультипроцессорах с общей памятью (сильно связанных мультипроцессорах) имеется память данных и команд, доступная всем ПЭ. С общей памятью ПЭ связываются с помощью общей шины или сети обмена. В противоположность этому варианту в слабо связанных многопроцессорных системах (машинах с локальной памятью) вся память делится между процессорными элементами и каждый блок памяти доступен только связанному с ним процессору. Сеть обмена связывает процессорные элементы друг с другом.

Многопроцессорные машины с SIMD-процессорами.

Многие современные супер-ЭВМ представляют собой многопроцессорные системы, в которых в качестве процессоров используются векторные процессоры или процессоры типа SIMD. Такие машины относятся к машинам класса MSIMD. Языки программирования и соответствующие компиляторы для машин типа MSIMD обычно обеспечивают языковые конструкции, которые позволяют программисту описывать "крупнозернистый" параллелизм. В пределах каждой задачи компилятор автоматически векторизует подходящие циклы. Машины типа MSIMD, как можно себе представить, дают возможность использовать лучший из этих двух принципов декомпозиции: векторные операции ("мелкозернистый" параллелизм) для тех частей программы, которые подходят для этого, и гибкие возможности MIMD-архитектуры для других частей программы.

С ростом числа процессоров просто невозможно обойти необходимость реализации модели распределенной памяти с высокоскоростной сетью для связи процессоров. С быстрым ростом производительности процессоров и связанным с этим ужесточением требования увеличения полосы пропускания памяти, масштаб систем (т.е. число процессоров в системе), для которых требуется организация распределенной памяти, уменьшается, также как и уменьшается число процессоров, которые удается поддерживать на одной разделяемой шине и общей памяти.

Таким образом, отличия разных машин с распределенной памятью определяются моделью памяти и механизмом обмена. Исторически машины с распределенной памятью первоначально были построены с использованием механизма передачи сообщений, поскольку это было очевидно проще и многие разработчики и исследователи не верили, что единое адресное пространство можно построить и в машинах с распределенной памятью. С недавнего времени модели обмена с общей памятью действительно начали поддерживаться практически в каждой разработанной машине (характерным примером могут служить системы с симметричной мультипроцессорной обработкой). Хотя машины с централизованной общей памятью, построенные на базе общей шины все еще доминируют в терминах размера компьютерного рынка, долговременные технические тенденции направлены на использование преимуществ распределенной памяти даже в машинах умеренного размера. Как мы увидим, возможно наиболее важным вопросом, который встает при создании машин с распределенной памятью, является вопрос о кэшировании и когерентности кэш-памяти.