**Архитектура суперкомпьютеров**

В наше время подходы к проектированию архитектуры суперкомпьютеров сильно отличаются от того, что было в 1960-х, когда только появились первые подобные системы. Ранние архитектуры суперкомпьютеров, введенные Сеймуром Крэем основывались на компактном инновационном дизайне и локально параллелизме для достижения пиковой производительности в вычислениях. Однако, вскоре настал век массивных параллельных систем.

В то время как суперкомпьютеры 70-х использовали только несколько процессоров, уже спустя двадцать лет создавались машины с тысячами процессоров. К концу 20-го века суперкомпьютеры с массовой параллелизацией с десятком тысяч процессоров стали нормой.

На протяжении десятилетий проблема теплообмена оставалась главным ограничением масштабируемости централизованных суперкомпьютеров. Огромное тепловыделение может влиять и на другие компоненты систем. Существуют разные подходы к управлением теплотой, от использования охлаждающей жидкости Fluorinert, до установки охлаждающих систем, использующих влажный воздух.

Обычно используется два подхода к проектированию систем с огромным количеством процессоров. В первом, грид-вычисление, вычислительные мощности большого количества компьютеров распределены. В другом подходе процессоры установлены рядом, например, в кластеры. В подобных централизованных систем с массовым параллелизмом скорость и гибкость соединений играет важную роль, и поэтому современные суперкомпьютеры используют разные подходы к установке: от Infiniband до трехмерного гиперкуба.

**Ранние системы с малым количеством процессоров**

Серия суперкомпьютеров CDC 6600 стали первыми попытками построить суперкомпьютер. Их преимущество по сравнению с остальными системами заключалось в к распределению задачи по внешним устройствам, освобождая CPU под саму обработку данных. Использую компилятор Minnesota FORTRAN, данный суперкомпьютер добился производительности в 500 Kflops (тысяч операций с плавающей точкой) на стандартных математических операциях.

Позже появились другие “ранние” суперкомпьютеры, такие как Крэй 1 и Крэй 2. Они использовали небольшое количество быстрых процессоров, работающих совместно с общей памятью.

Данные ранние архитектуры использовали параллельные вычисления на уровне процессоров, используя инновационное в то время векторное вычисление, с помощью которого процессор может совершать операции над множеством данных за 1 такт.

Вскоре с ростом количество процессоров появились новые вопросы. С ростом количество процессоров поднимается вопрос распределения и обработки памяти. В подходах, использующих распределенную память, каждый процессор физически располагается рядом с локальной памятью.

В 1960-х была введена конвейеризация, и уже в 1970-х использовались векторные процессоры. Спустя десятилетие многие суперкомпьютеры использовали параллельные векторные процессоры.

Относительно небольшое количество процессоров в ранних системах позволяло использовать архитектуру с разделенной памятью, позволяющую каждому процессора получать доступ к общей памяти. В ранних суперкомпьютерах использовался однородный доступ к памяти, в котором время доступа к определенному участку памяти был одинаковым для всех процессоров. Использование неоднородного доступа к памяти позволило каждому процессору обращаться к собственной памяти быстрее чем к другим участкам памяти, в то время как архитектура памяти, основанная на кэше, превратила локальную память каждого процессора в кэш, требуя координацию при изменений участков памяти.

С ростом количества процессоров, настоящим испытанием для проектировщиков суперкомпьютеров оказалась эффективная межпроцессорная коммуникация и синхронизация. Несколько подходов могут использоваться в данном случае. Например, в ранних 80-х, система Cray X-MP использовала общие для процессоров регистры. В данном подходе все процессоры имели доступ к регистрам которые использовались только для межпроцессорной коммуникации и синхронизации. Однако, трудности, свойственные управлению большим объемом общих данных привели к использованию распределенных архитектур суперкомпьютеров.