

31. Поколения архитектур компьютеров и парадигмы программирования.

Середина 70-х годов: векторно-конвейерные компьютеры.

Особенности архитектуры: векторные функциональные устройства, зацепление функциональных устройств, векторные команды в системе команд, векторные регистры.

Программирование: векторизация самых внутренних циклов

Суперкомпьютер Cray-1.

Начало 80-х годов: векторно-параллельные компьютеры

Особенности архитектуры: векторные функциональные устройства, зацепление функциональных устройств, векторные команды в системе команд, векторные регистры. Небольшое число процессоров объединяются над общей памятью.

Программирование: векторизация самых внутренних циклов и распараллеливание на внешнем уровне, единое адресное пространство, локальные и глобальные переменные.

Суперкомпьютер Cray X-MP

Начало 90-х годов: массивно-параллельные компьютеры. Особенности архитектуры: тысячи процессоров объединяются с помощью коммуникационной сети по некоторой топологии, распределенная память.

Программирование: обмен сообщениями, отсутствие единого адресного пространства, PVM, Message Passing Interface. Необходимость выделения массового параллелизма, явного распределения данных и согласования параллелизма с распределением.

Суперкомпьютер **Cray T3D**, Суперкомпьютер **Intel Paragon XPS140**

Середина 90-х годов: параллельные компьютеры с общей памятью.

Особенности архитектуры: сотни процессоров объединяются над общей памятью.

Программирование: единое адресное пространство, локальные и глобальные переменные, Linda, OpenMP

DEC AlphaServer, суперкомпьютер **Sun StarFire**

Начало 2000-х: кластеры из узлов с общей памятью

Особенности архитектуры: большое число многопроцессорных узлов объединяются вместе с помощью коммуникационной сети по некоторой топологии, распределенная память; в рамках каждого узла несколько (многоядерных) процессоров объединяются над общей памятью.

Программирование: неоднородная схема MPI+OpenMP; необходимость выделения массового параллелизма, явное распределение данных, обмен сообщениями на внешнем уровне; распараллеливание в едином адресном пространстве, локальные и глобальные переменные на уровне узла с общей памятью.

Суперкомпьютер МГУ "**Чебышев**", "**К**" суперкомпьютер

Середина 2000-х: кластеры из узлов с общей памятью с ускорителями

Особенности архитектуры: большое число многопроцессорных узлов объединяются вместе с помощью коммуникационной сети по некоторой топологии, распределенная память; в рамках каждого узла несколько (многоядерных) процессоров объединяются над общей памятью; на каждом узле несколько ускорителей (GPU, Phi).

Программирование: MPI+OpenMP+OpenCL/CUDA;

Суперкомпьютер МГУ "**Ломоносов**", суперкомпьютер **Tianhe-2**

70-е – Векторизация циклов

80-е – Распараллеливание циклов (внешних) + Векторизация (внутренних)

90-е - MPI

середина 90-х - OpenMP

середина 2000-х - MPI+OpenMP

2010-е - CUDA, OpenCL, MPI+OpenMP+ускорители (GPU, Xeon Phi) ...

Для каждого поколения нужно анализировать алгоритмы (чтобы приспособить их под новую платформу) и описывать найденные свойства (для эффективной реализации).

Описание алгоритмов: математическое описание, сложность, информационный граф, свойства и особенности, ресурс параллелизма, масштабируемость, локальность данных, детерминированность, вычислительная мощность, входные/выходные данные, вычислительное ядро, локальность вычислений, производительность, эффективность, коммуникационный профиль.