Лекция: Разработка параллельного метода вычислений

Общая схема разработки параллельного метода

- Разделение процесса вычислений на части (*процессы*), которые могут быть выполнены одновременно
- Определение необходимых информационных взаимодействий для выделенных параллельных процессов обработки данных
- Распределение сформированного набора процессов обработки данных по процессорам (отображение параллельной схемы решения задачи на архитектуру компьютерной вычислительной системы)

Общая схема разработки параллельного метода

Разделение процесса вычислений на части…

Два основных подхода

– Декомпозиционный ("сверху-вниз")

– Агрегационный ("снизу-вверх")

! Предпочтение декомпозиционному подходу

Этапы декомпозиции

– Выделение независимых вычислительных действий

– Определение информационных зависимостей

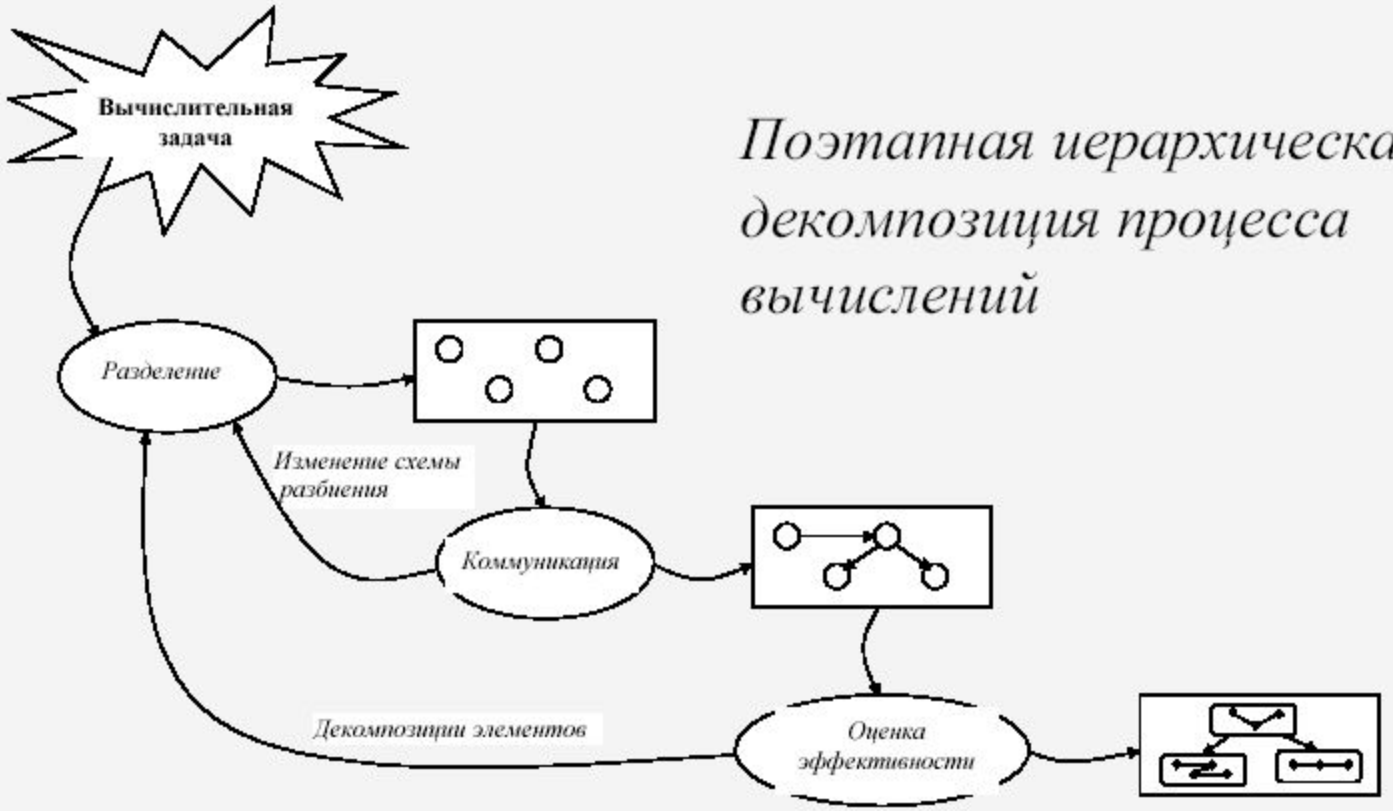
– Оценка возможности эффективного применения получаемой вычислительной схемы для целевых компьютерных систем

! Взаимозависимость и итеративность этапов

! Детальность декомпозиции определяется необходимым уровнем масштабируемости вычислений

Общая схема разработки параллельного метода

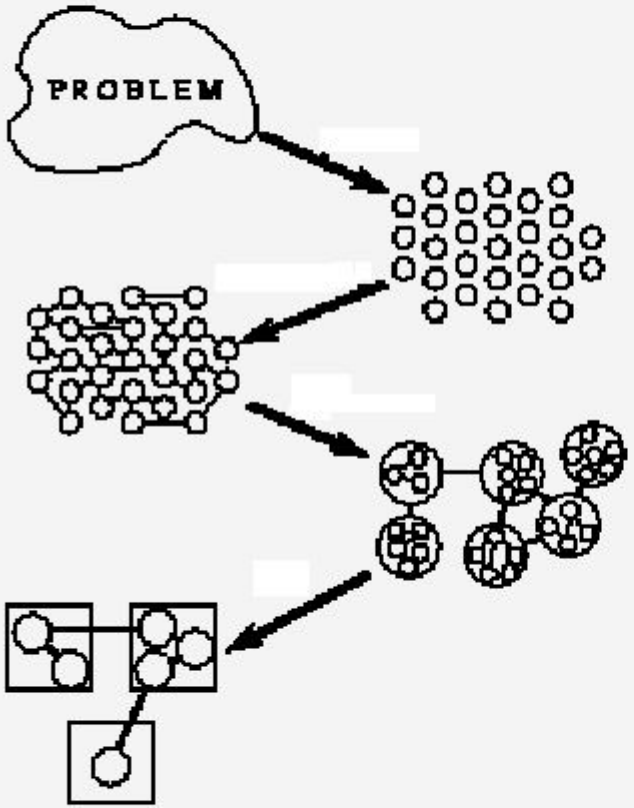
Разделение процесса вычислений на части…



Поэтапная иерархическая декомпозиция процесса вычислений

Общая схема разработки параллельного метода

Разделение процесса вычислений на части…



Подход, основанный на агрегации

- Максимальное возможное разбиение
- Выделение информационных потоков
- Агрегация
- Распределение заданий по процессорам

Общая схема разработки параллельного метода

Разделение процесса вычислений на части…

Два основных способа

Разбиение данных

– Разделение обрабатываемых данных на равные блоки небольшого размера (часто на основе разбиения области решения задачи);

– Разбиение процедур обработки в зависимости от способа разделения данных;

– Определение необходимых информационных потоков

Функциональное разбиение

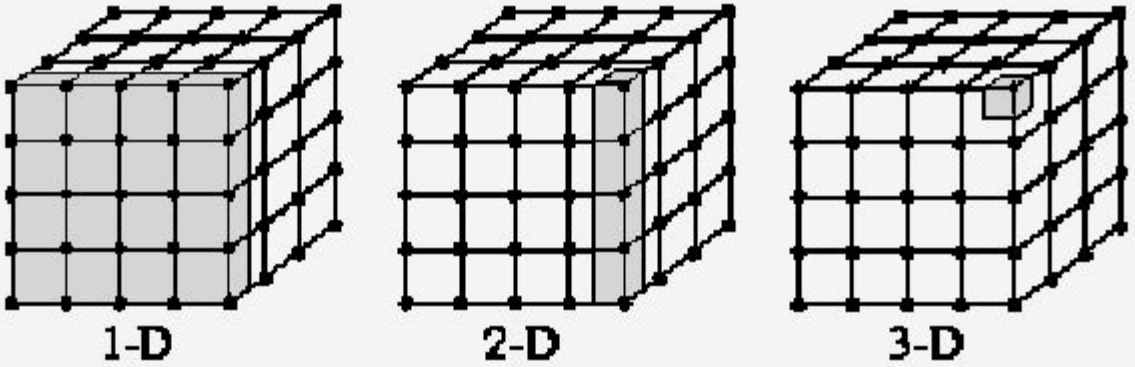
– Разделение процесса вычислений на отдельные процедуры;

– Разбиение данных в зависимости выделенных процедур обработки;

– Определение необходимых информационных потоков

Общая схема разработки параллельного метода

Разделение процесса вычислений на части…



Возможные приемы разделения вычислений по данным

Разделение процесса вычислений на части

Контрольные вопросы этапа декомпозиции:

- Достаточно ли выделенных частей процесса вычислений для эффективной загрузки имеющихся процессоров (с учетом возможности увеличения их количества) ?
- Выполненная декомпозиция не увеличивает объем вычислений и необходимый объем памяти ?
- Возможна ли при выбранном способе декомпозиции равномерная загрузка всех имеющихся процессоров ?

Определение информационных потоков…

Различают следующие типы информационного взаимодействия параллельно выполняемых процессов…

- По количеству взаимодействующих процессов:
  - *Локальное взаимодействие* – передачи данных в каждый момент времени выполняются только между небольшого числа процессов (располагаемых, как правило, на соседних процессорах)
  - *Глобальное взаимодействие* – в процессе коммуникации принимают участие все процессы
- По схемам коммуникации (топологиям)
  - *Структурное взаимодействие* – организация взаимодействия процесса приводит к формированию вполне определенных схем коммуникации (например, в виде кольца, прямоугольной решетки и т.д.)
  - *Неструктурное взаимодействие* – схема выполняемых операций передач данных имеет вид графа "нетипового" вида

Определение информационных потоков…

Типы информационного взаимодействия процессов

- По способу определения моментов взаимодействия:
  - *Статическая схема взаимодействия* – моменты и участники информационного взаимодействия фиксируются на этапах проектирования и разработки параллельных программ
  - *Динамическая схема взаимодействия* – моменты и участники информационного взаимодействия определяются в ходе выполняемых вычислений
- По способу реализации операций передачи данных
  - *Синхронное взаимодействие* – операции передачи данных выполняются только при готовности всех участников взаимодействия и завершаются только после полного окончания всех коммуникационных действий
  - *Асинхронное взаимодействие* – при выполнении операций передачи участники взаимодействия могут не дожидаться полного завершения коммуникационных действий

Определение информационных потоков

Контрольные вопросы этапа определения информационных потоков:

- Соответствует ли вычислительная нагрузка процесса интенсивности его информационных потоков ?
- Является ли одинаковой интенсивность информационных потоков для разных процессов ?
- Является ли схема информационного взаимодействия локальной ?
- Не препятствует ли выявленная информационная зависимость параллельному выполнению процессов ?

Распределение вычислительной нагрузки…

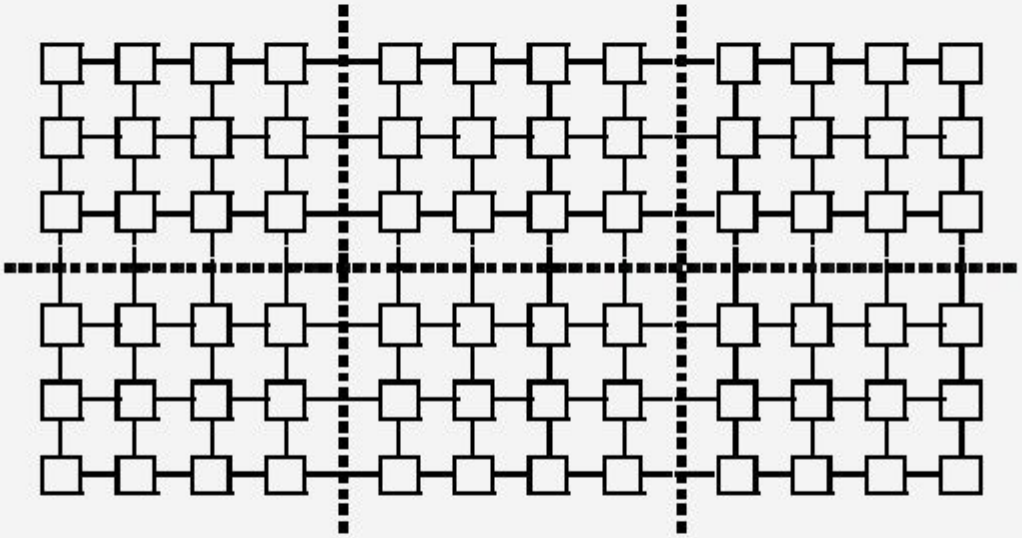
Распределение набора процессов, сформированного в результате декомпозиции используемого метода параллельных вычислений, по процессорам вычислительной компьютерной системы:

- Процессы, которые могут выполняться параллельно, следует разместить на разных процессорах,
- Процессы, между которыми имеется высокая информационная зависимость, целесообразно размещать на одних и тех процессорах.

Задача распределения вычислительной нагрузки является NP-полной проблемой !!!

Общая схема разработки параллельного метода

Распределение вычислительной нагрузки…



Пример распределения вычислительной нагрузки

Распределение вычислительной нагрузки…

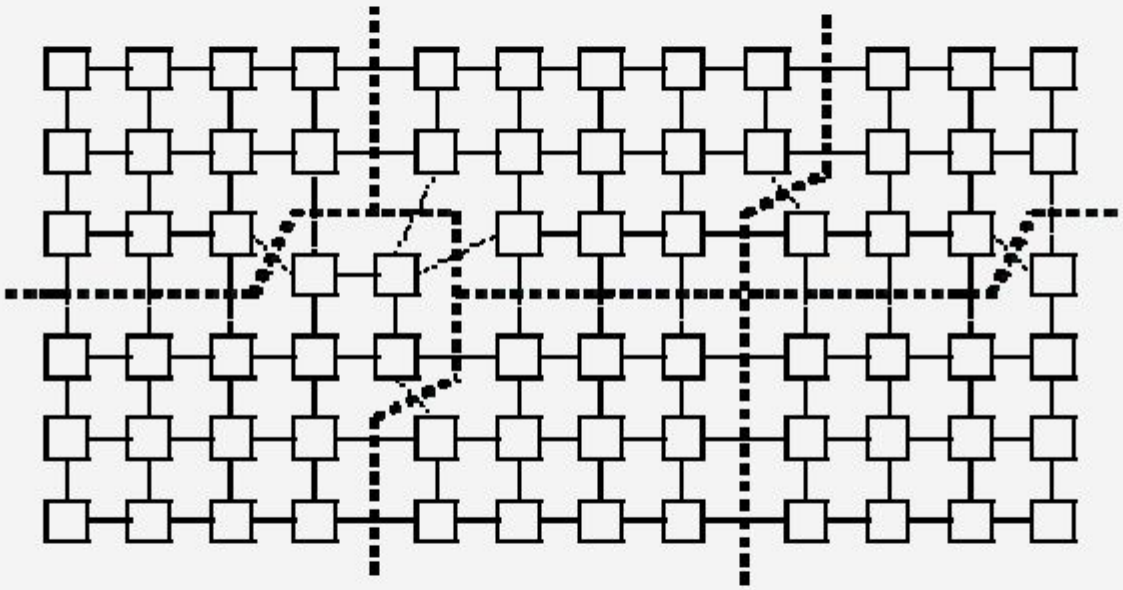
Балансировка вычислительной нагрузки

- Статическая/динамическая – до начала или в процессе вычислений
- Затраты на динамическую балансировку должны согласовываться с получаемым эффектом по ускорению параллельных вычислений
- Различают следующие варианты алгоритмов динамической балансировки
  - Локальная/глобальная балансировка
  - Детерминированные/вероятностные модели

Глобальная балансировка обычно приводит к высоким накладным расходам; локальная балансировка часто обеспечивает приемлемый уровень равномерности распределения вычислительной нагрузки

Общая схема разработки параллельного метода

Распределение вычислительной нагрузки…



Пример результата применения локальной схемы балансировки вычислительной нагрузки

Распределение вычислительной нагрузки…

При использовании функционального способа декомпозиции процесса вычислений, необходима та или иная схема распределения выделенных функциональных операций по процессорам (*task scheduling*).

Возможные подходы:

- Централизованная схема (*Manager-Worker Scheme*);
- Иерархическая схема;
- Децентрализованная схема (централизованная или распределенная очередь заданий).