

# Принципы разработки параллельных алгоритмов

Общая схема разработки  
Коммуникационная трудоемкость  
Разделение на независимые части  
Выделение информационных связей  
Масштабирование вычислений

Общая схема разработки параллельных алгоритмов

# **ОБЩАЯ СХЕМА РАЗРАБОТКИ**

# Итеративный процесс (1)

- Осуществление декомпозиции
  - Разделение задачи на части (подзадачи), которые могут быть реализованы в значительной степени независимо друг от друга
- Выделение информационных связей
  - Выделение информационных связей между подзадачами, которые должны осуществляться в ходе решения общей задачи
- Распределение подзадач между процессорами
  - Определение необходимой (или доступной) для решения задачи вычислительной системы и выполнение распределения имеющегося набора подзадач между процессорами системы

# Итеративный процесс (2)

- Этапы не обязательно выполняются в порядке следования
- Отдельные этапы могут повторяться несколько раз

# Общие рекомендации

- Равномерное распределение нагрузки по процессорам
- Минимизация информационных связей между подзадачами

Анализ коммуникационной трудоемкости

# **КОММУНИКАЦИОННАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ**

# Анализ алгоритма

- На уровне отдельных подзадач
  - Граф операций подзадачи
  - Граф объектов памяти подзадачи
- **На уровне всего алгоритма**
  - Граф информационных связей подзадач
    - Без учета распределения по процессам/потокам
      - Выделение подзадач одинаковой сложности
    - С учетом распределения по процессам/потокам
      - Выбор наиболее подходящей топологии

# Граф информационных связей

- Подзадачи
  - Вершины графа
- Каналы передачи данных
  - Ребра графа

# Подзадача

- Подзадача (процесс или поток)
  - Выполняемая на процессоре программа, которая реализует определенную подзадачу, использует для своей работы часть локальной памяти процессора и содержит ряд операций приема и передачи данных для организации информационного взаимодействия с другими выполняемыми процессами параллельной программы

# Канал передачи данных

- Канал передачи данных
  - Логический или физический канал передачи данных, представленный в виде очереди сообщений, в которую один или несколько процессов могут отправлять пересылаемые данные, и из которой процесс-адресат может извлекать данные, отправляемые другими процессами

# Анализ коммуникаций

- Множество факторов
  - Синхронная/асинхронная передача данных
  - Синхронное/асинхронное получение данных
  - Пакетный/поточковый режим передачи данных
  - И т.п.
- Общих рекомендаций нет
  - Будут иметь либо слишком общих, либо слишком узкий характер

Разделение вычислений на независимые части

# **РАЗДЕЛЕНИЕ НА НЕЗАВИСИМЫЕ ЧАСТИ**

# Основные критерии разделения

- Выбрать подходящий уровень декомпозиции задачи
  - Разумное сочетание между количеством подзадач и ясностью схемы вычислений
- Равномерный объем вычислений на уровне каждой подзадачи
  - Выбор: параллелизм по данным или функциональный параллелизм
- Минимальное количество информационных связей между подзадачами
  - Лучше передавать редко, но «много», чем часто, но «мало»

# Виды параллелизма

- Параллелизм по данным
  - Однотипная обработка большого объема данных (наиболее частая ситуация)
  - Определяется оптимальное распределение данных по процессорам (топология)
- Функциональный параллелизм
  - Выполнение разных операций над один набором данных

# Оценка качества этапа

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

Выделение информационных связей между подзадачами

# **ВЫДЕЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ**

# Сложность декомпозиции

- С одной стороны
  - Самый простой подход – выделить базовые подзадачи и определить информационные связи между ними
- С другой стороны
  - Выделение подзадач должно происходить с учетом возникающих информационных связей

# Способы передачи данных

- Локальные/глобальные
- Структурные/произвольные
- Статические/динамические
- Синхронные/асинхронные

# Оценка качества этапа

- Соответствует ли вычислительная сложность подзадач интенсивности их информационных взаимодействий?
- Является ли одинаковой интенсивность информационных взаимодействий для разных подзадач?
- Не препятствует ли выявленная информационные связи параллельному решению подзадач?

# **МАСШТАБИРОВАНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

# Возможность масштабирования

- Если количество подзадач отличается от числа процессоров
- Подзадачи должны иметь примерно одинаковую вычислительную сложность
- Объем и интенсивность информационных связей между подзадачами должен быть минимален

# Оценка качества этапа

- Не ухудшится ли локальность вычислений после масштабирования имеющегося набора подзадач?
- Имеют ли подзадачи после масштабирования одинаковую вычислительную и коммуникационную сложность?
- Зависят ли параметрически правила масштабирования от количества процессоров?

# **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДЗАДАЧ ПО ПРОЦЕССОРАМ**

# Способы распределения

- Статически
- Автоматически

# Оценка качества этапа

- Не приводит ли распределение нескольких задач на один процессор к росту дополнительных вычислительных затрат?
- Существует ли необходимость динамической балансировки вычислений?

**ВОПРОСЫ?**