

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?