Проектирование параллельных алгоритмов

Лекция 3.1

3.1 Методология проектирования

- Разделение
- Установление связей
- Агрегирование
- Привязка к конкретной ЭВМ

3.1.1 Разбиение

- Исходная задача разбивается на маленькие задачи. При этом число процессоров в конкретном компьютере игнорируется, внимание фокусируется на распознавании возможностей параллельных вычислений

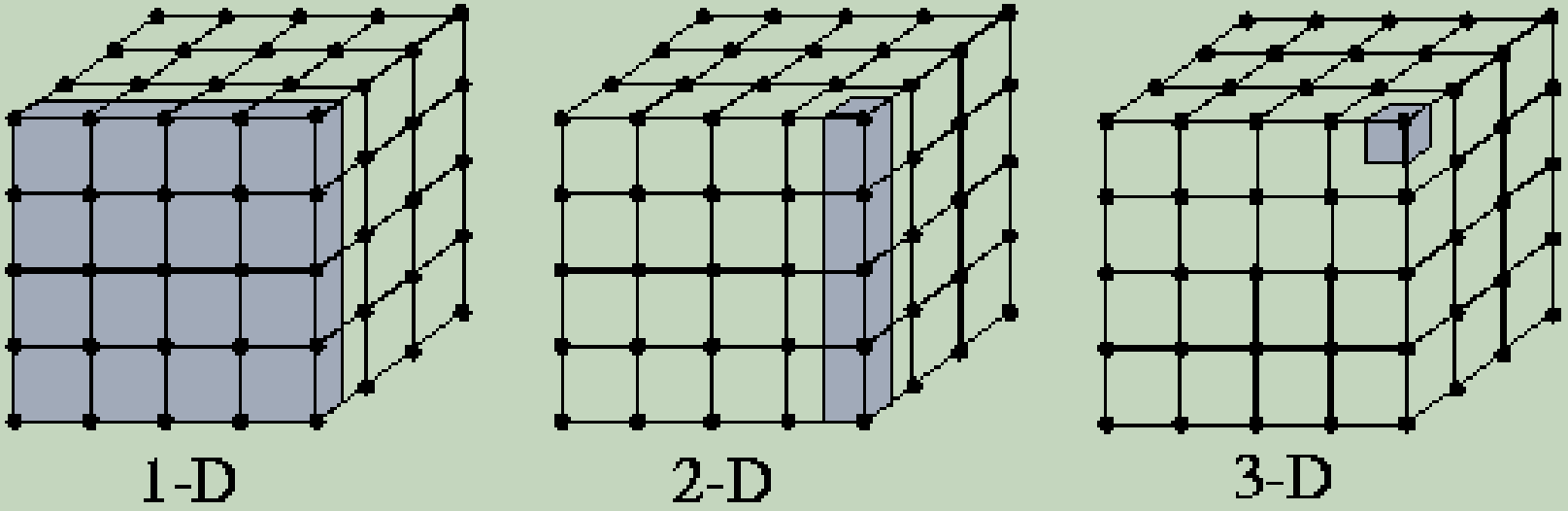
3.1.2.1 Способы разбиения

- Разбиение по данным
- Функциональная декомпозиция

3.1.2.2 Разбиение по данным

- разбивают данные, сопоставленные с проблемой, на части приблизительно одинакового размера
- разделяют вычисления, которые должны быть выполнены на этих данных

3.1.2.2 Разбиение по данным



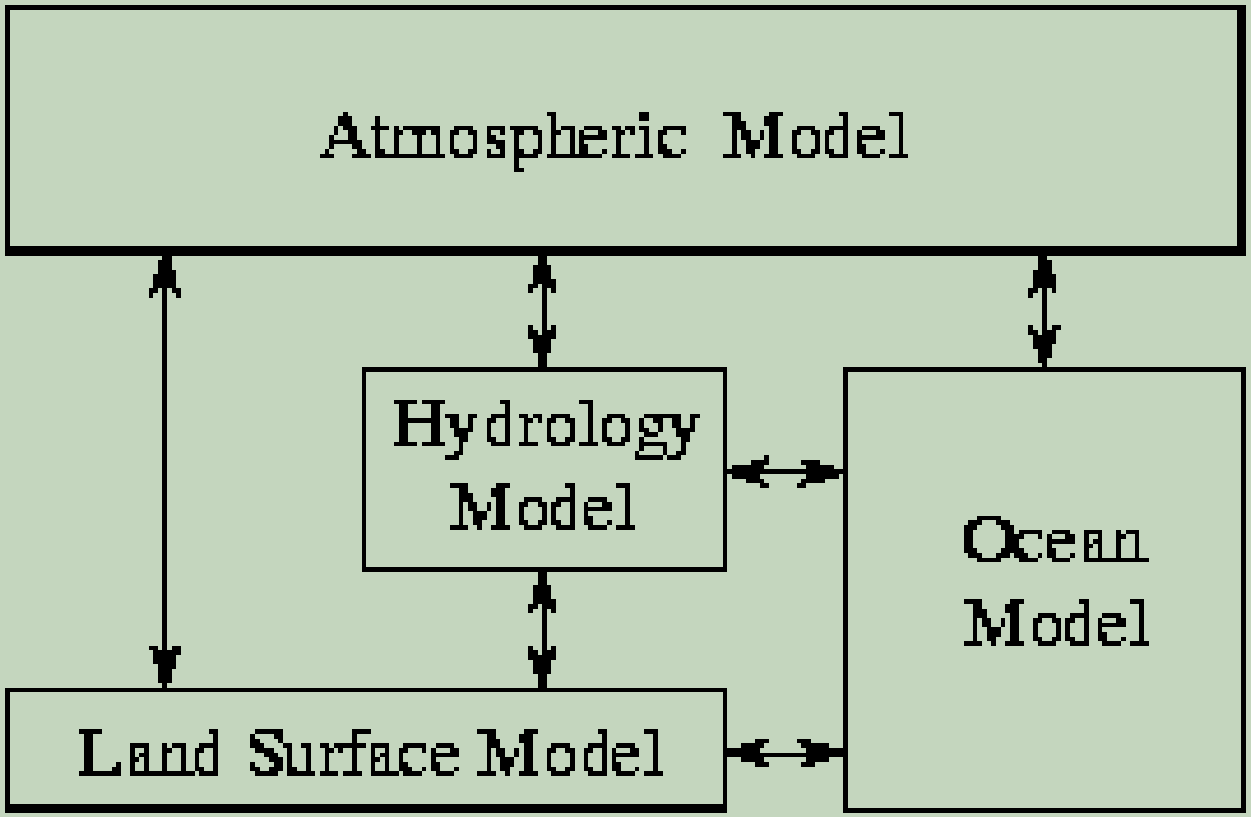
3.1.2.2 Разбиение по данным

является основой
для большинства
параллельных алгоритмов

3.1.2.3 Функциональная декомпозиция

- фокус направлен на вычисления которые должны быть выполнены, а не данные, которыми манипулируют
- аналог конвейрного параллелизма

3.1.2.3 Функциональная декомпозиция



3.1.2 Проектирование связей

Связь между двумя задачами можно рассматривать как канал, в который одна задача посылает сообщение и из которого другая задача принимает сообщение

3.1.2.1 Классификация связей

- Локальные / глобальные
- Структурированные / неструктурированные
- Статические / динамические
- Синхронные / асинхронные

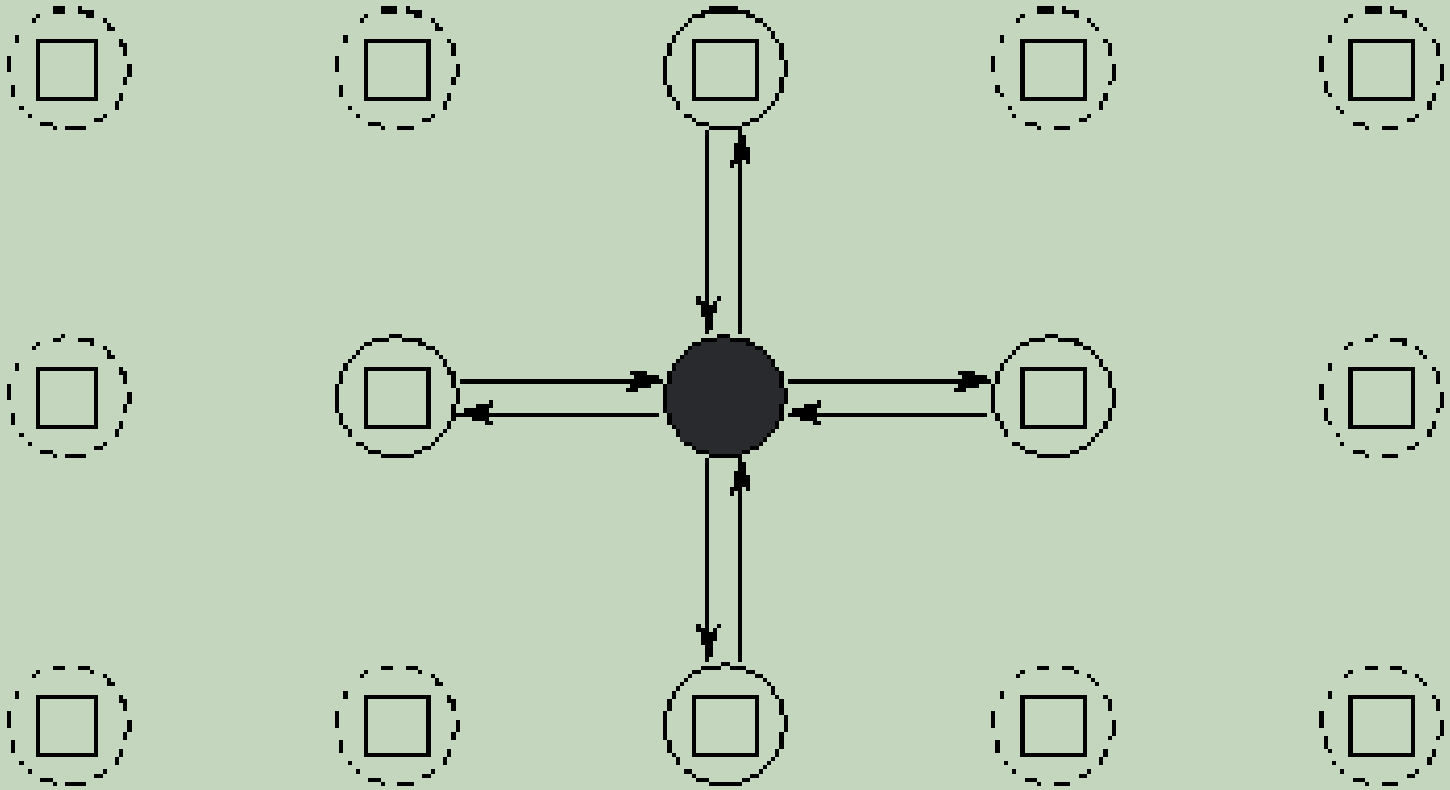
3.1.2.2 Локальные связи

Метод Якоби - конечные разности

$$X_{i,j}^{(t+1)} = \frac{4X_{i,j}^{(t)} + X_{i-1,j}^{(t)} + X_{i+1,j}^{(t)} + X_{i,j-1}^{(t)} + X_{i,j+1}^{(t)}}{8}.$$

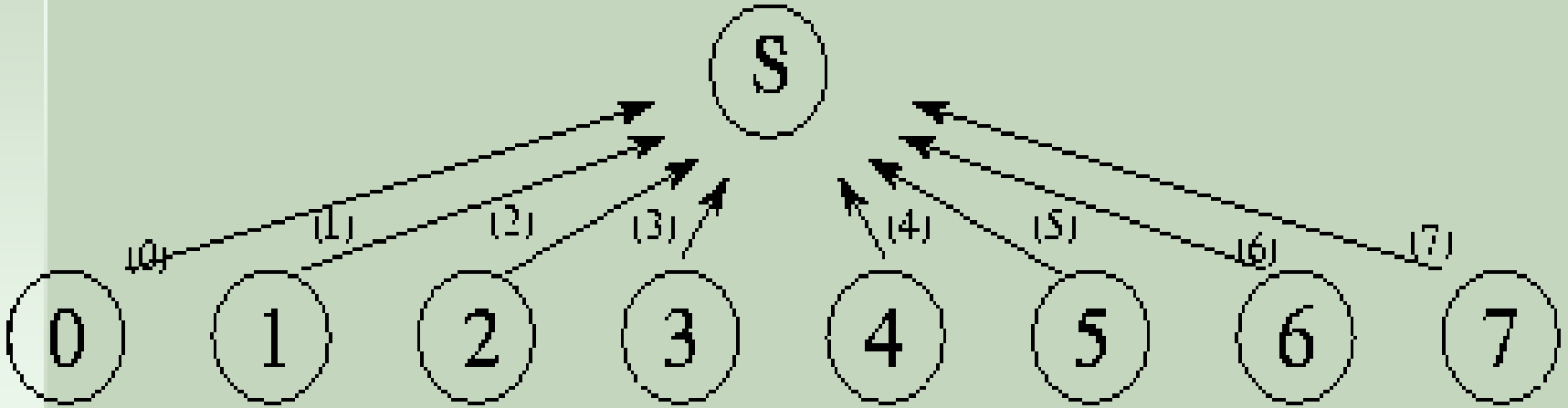
- пятиточечный шаблон
- 2-мерная сетка

3.1.2.2 Локальные связи



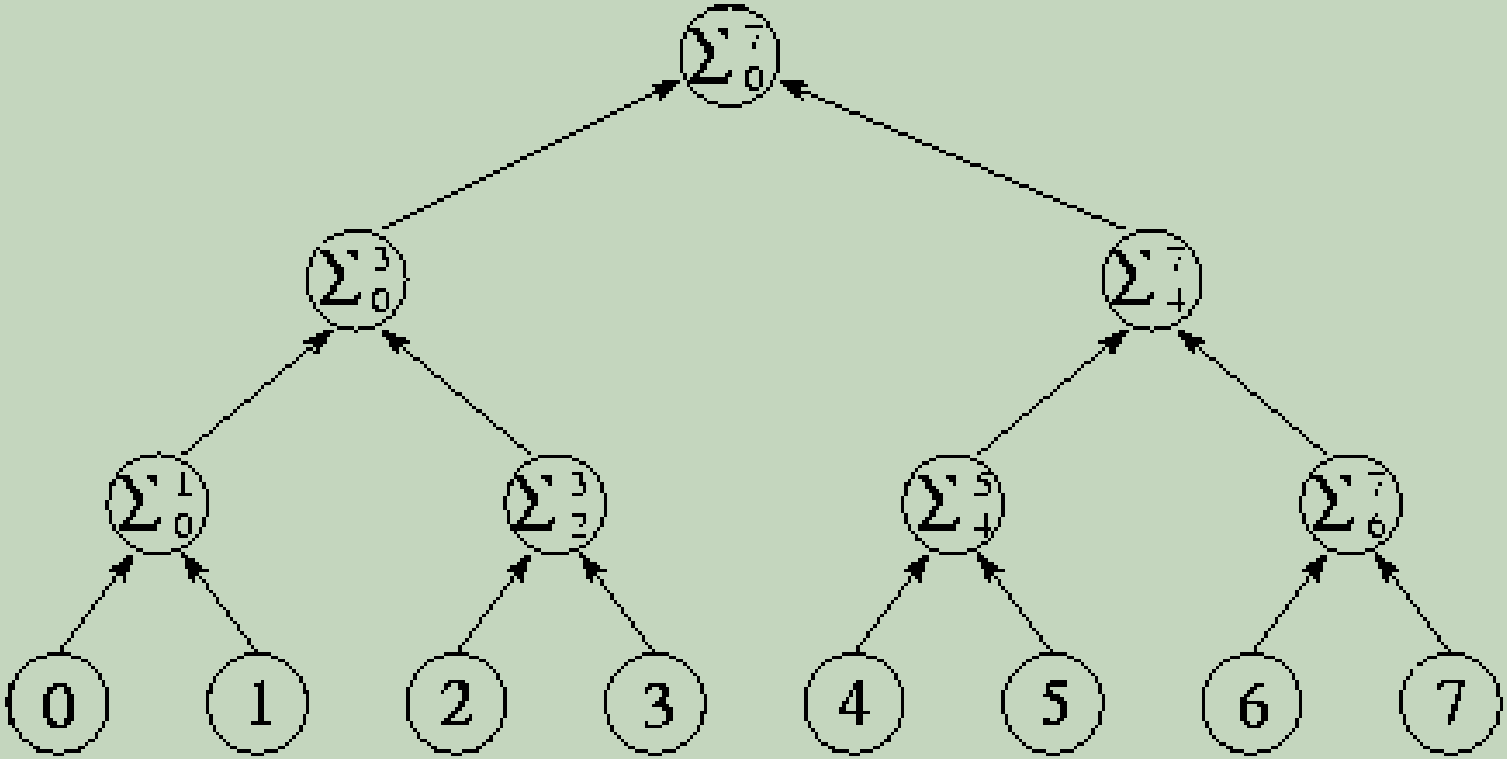
3.1.2.3 Глобальные связи

- Сумма N чисел



3.1.2.4 Сведение глобальных связей к локальным

- стратегия «разделяй и властвуй»

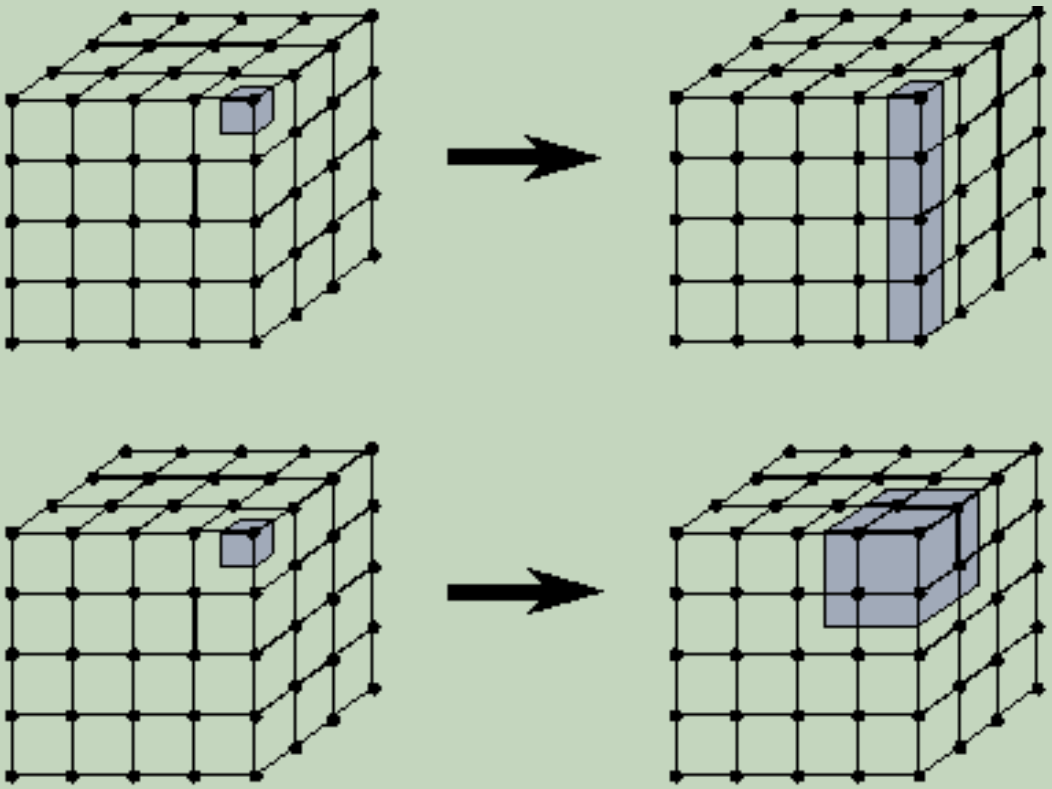


3.1.1 + 3.1.2 = абстрактный алгоритм

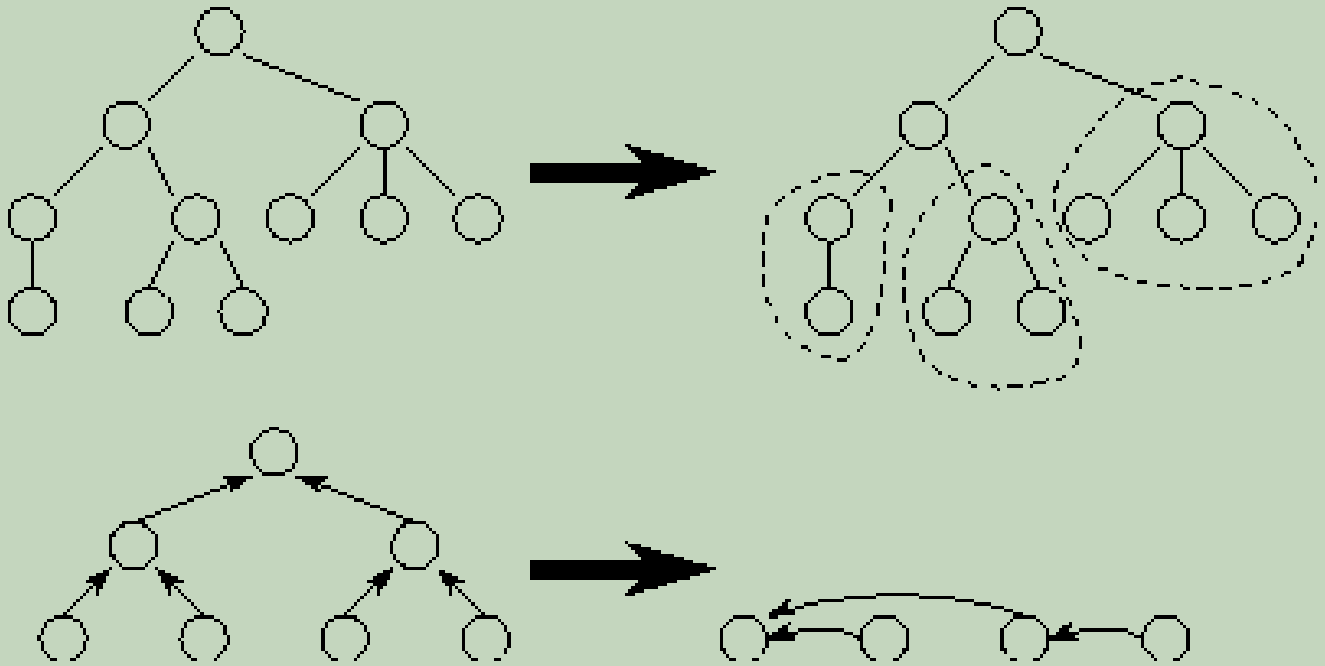
3.1.3 Агрегирование

- Оценка затрат на выполнение спроектированного алгоритма
- Группировка задач

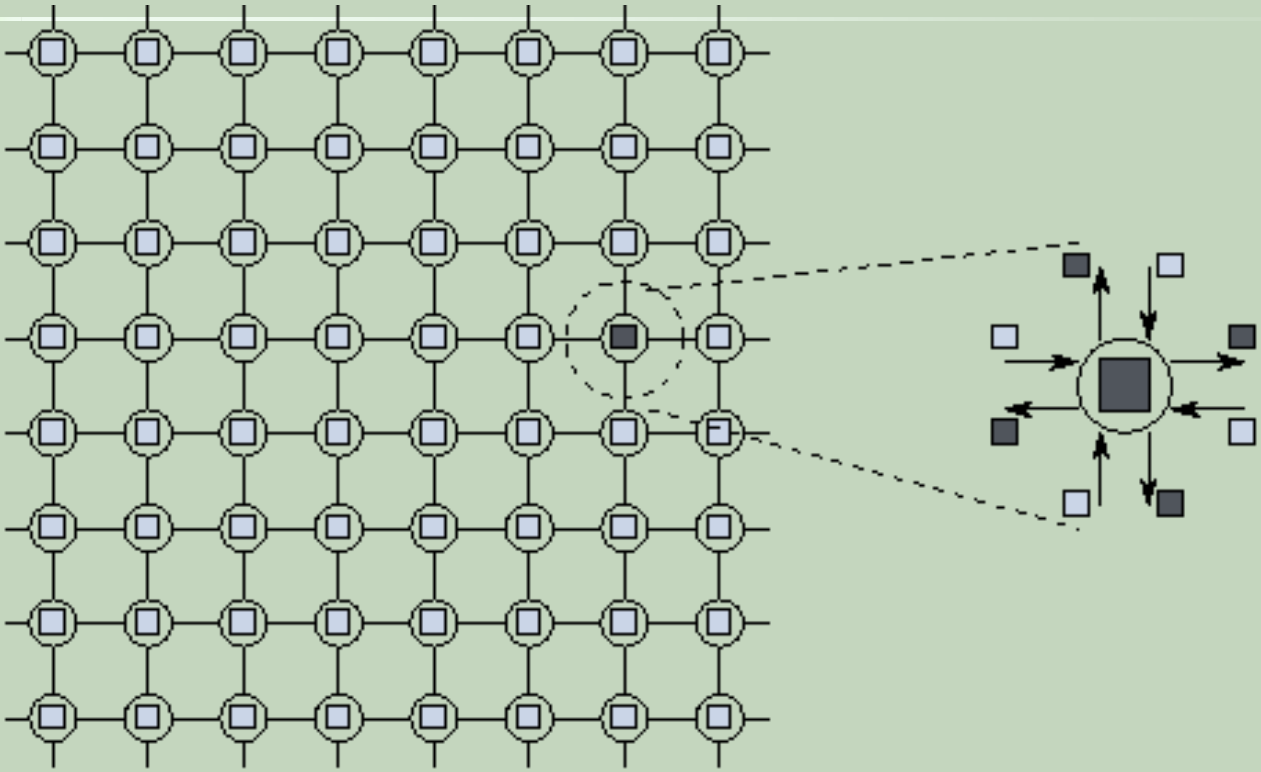
3.1.3 Агрегирование



3.1.3 Агрегирование

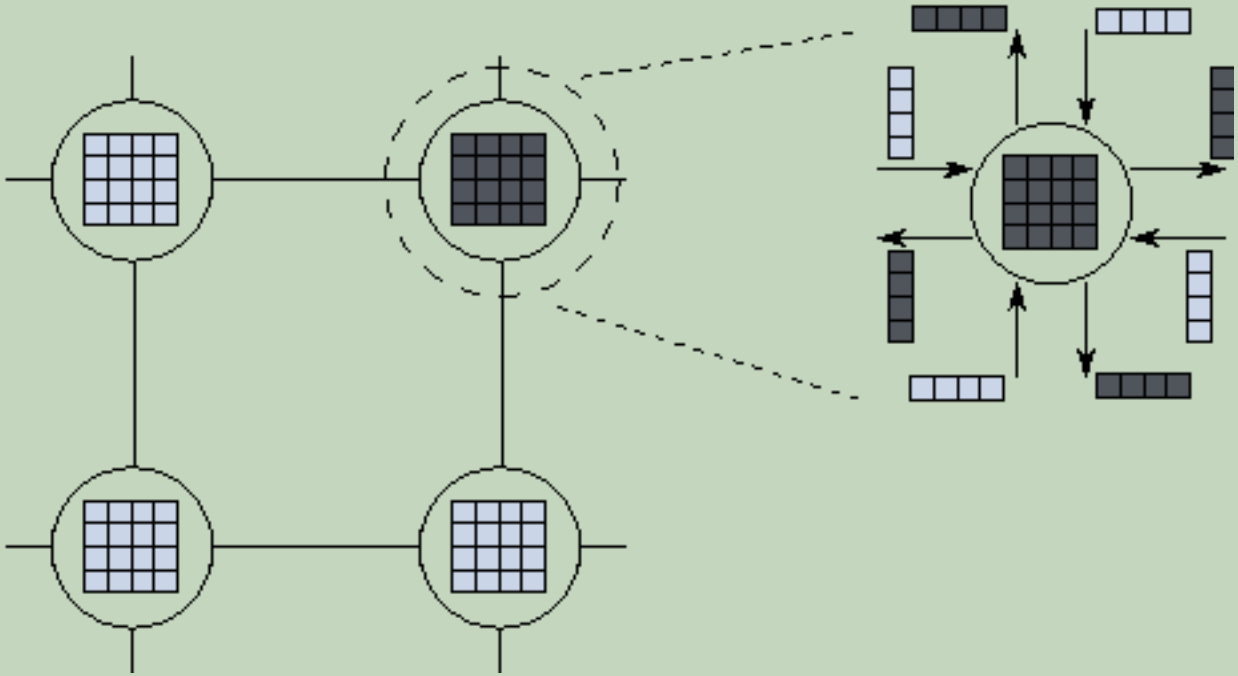


3.1.3 Агрегирование



64 задачи, 256 связей

3.1.3 Агрегирование



4 задачи, 16 связей

3.1.4 Привязка

назначение задач на процессоры вычислительной системы

3.1.4.1 Способы назначения

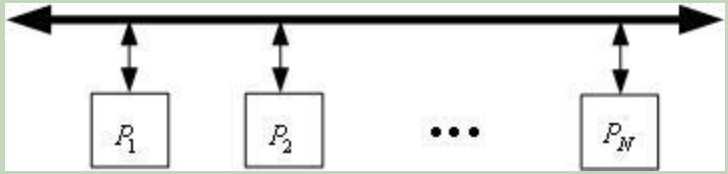
- индивидуальное => вручную, без масштабирования привязки
- программно, в соответствии с некоторым алгоритмом

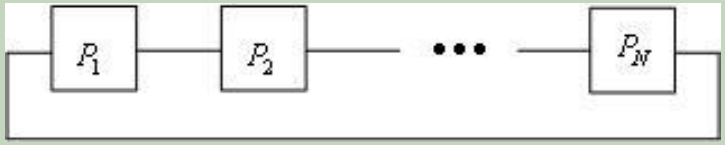
3.1.4.2 Алгоритм привязки

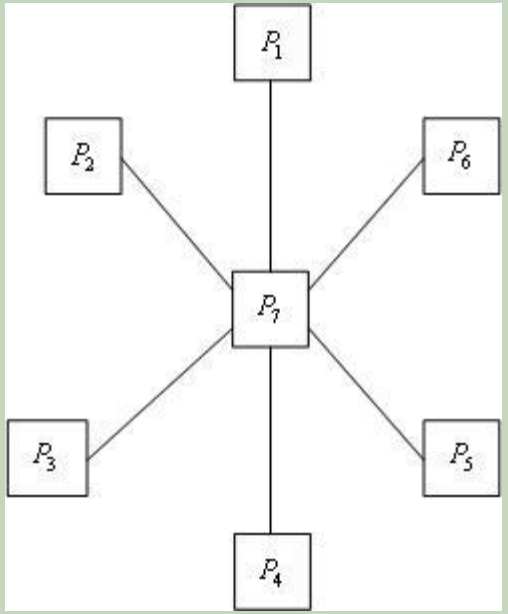
- определяет отображение структуры множества задач на топологию вычислительной системы

3.1.4.2 Топологии многопроцессорных вычислительных систем

регулярные сети с фиксированной топологией

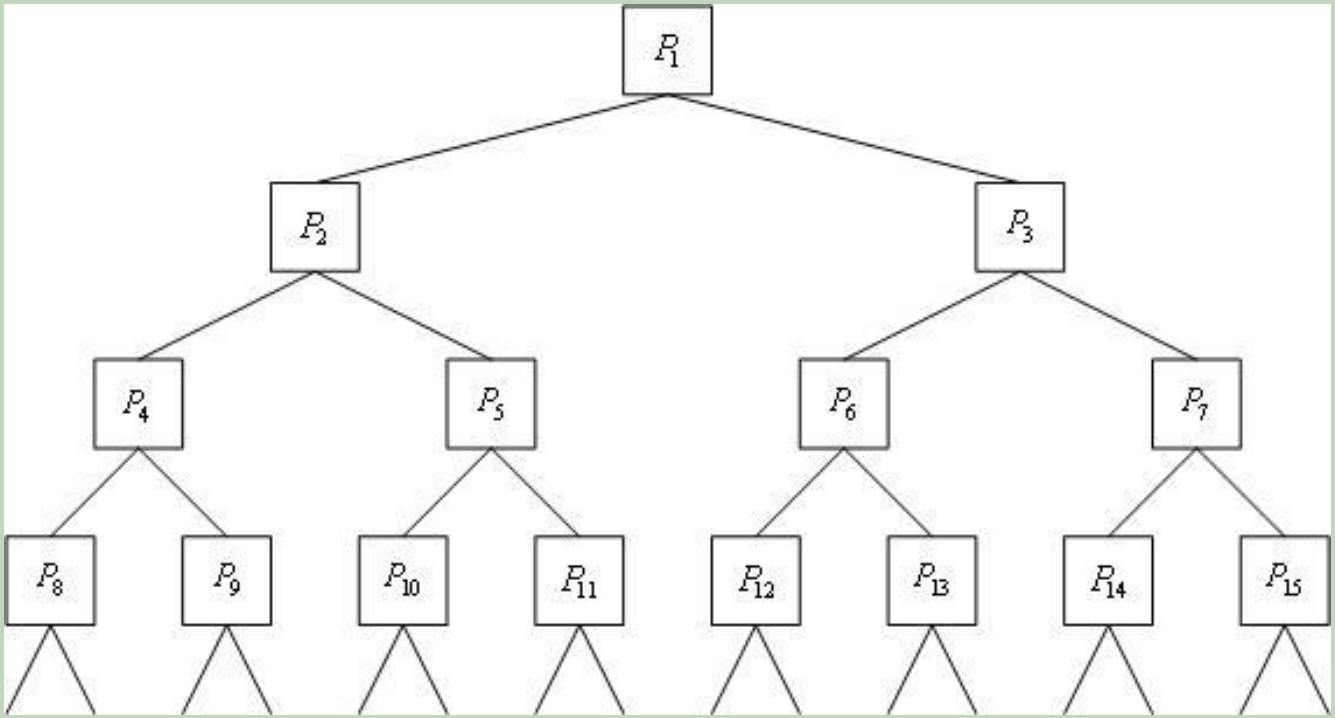






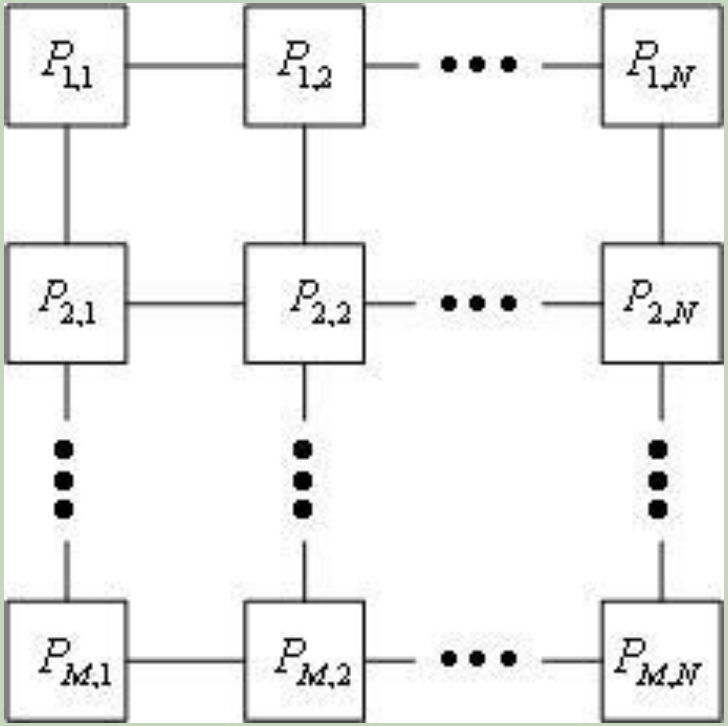
слабосвязанные топологии

3.1.4.2 Топологии многопроцессорных вычислительных систем



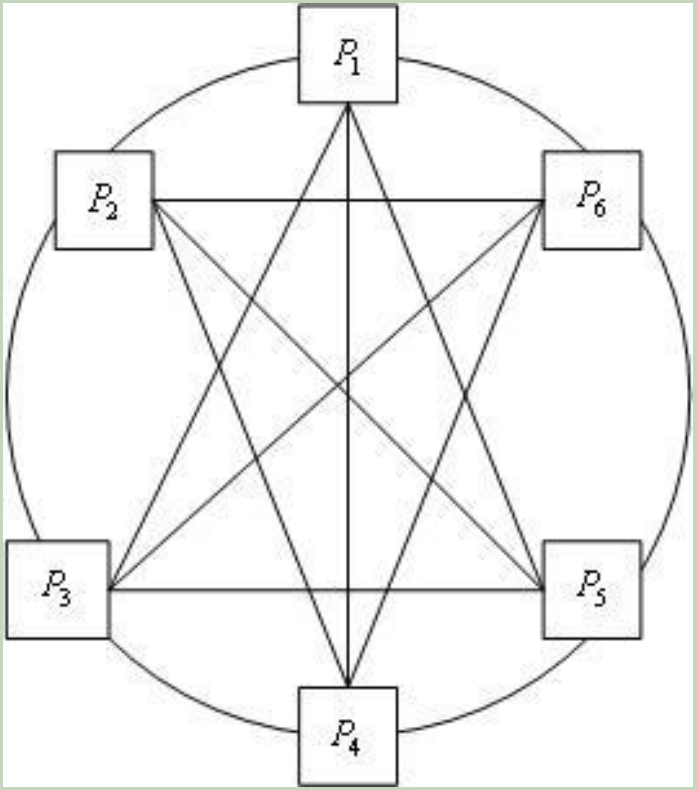
Бинарное дерево, d ≈ log N

3.1.4.2 Топологии многопроцессорных вычислительных систем



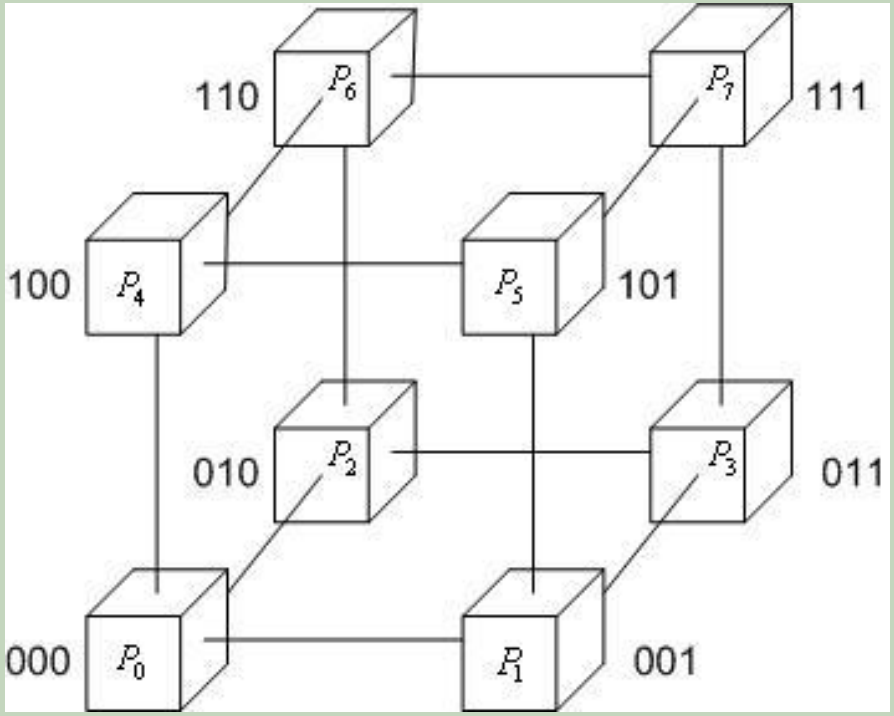
Двумерная решетка, $d = 2\left(\sqrt{MN} - 1\right)$

3.1.4.2 Топологии многопроцессорных вычислительных систем



Клика, d = 1

3.1.4.2 Топологии многопроцессорных вычислительных систем



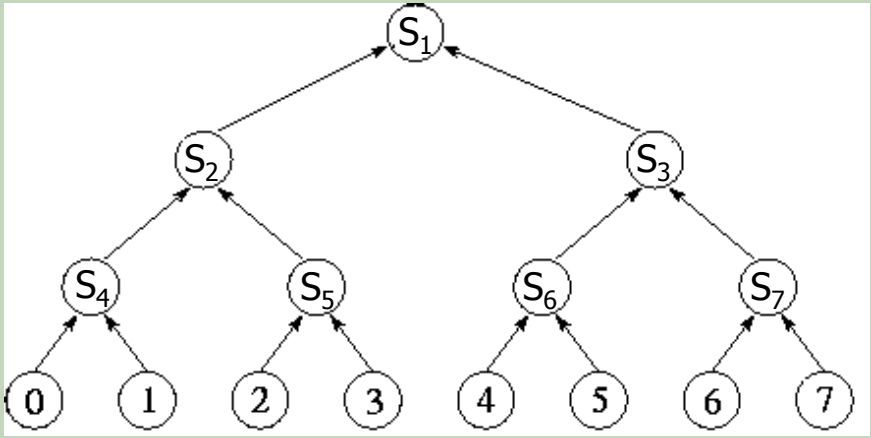
Трехмерный гиперкуб, d =

3.1.4.3 Принципы назначения

- максимизировать использование процессоров
- минимизировать затраты на обмены

3.1.4.4 Примеры назначения

Задача:



Архитектура:

3.1.4.4 Примеры назначения

- S_i -> P_i
- S_1 -> $P_{n/2}$, S_2 -> $P_{n/2-1}$, S_3 -> $P_{n/2+1}$, …

3.1.2 Пример проектирования

- *A*-матрица , *x*, *b* – векторы
- вычисление произведения $b = Ax = \begin{pmatrix} a_1, x \\ a_2, x \\ \dots \\ a_m, x \end{pmatrix}$

где a_i – *i* -я строка матрицы ,
(a_i, x) - скалярное произведение *i* -й строки матрицы на вектор

3.1.2 Пример проектирования

- Разбиение: *m* задач $S_i = (a_i, x)$
- Установление связей: глобальные рассылка (по 1 строке и вектор – всем) и сбор результатов
- Агрегирование: *k* задач, $S_j = \begin{pmatrix} a_{j_1}, x \\ \dots \\ a_{j_s}, x \end{pmatrix}$
- Привязка : S_i -> P_i

3.1.2 Пример проектирования