Основы современных операционных систем

Лекция 13

Сафонов Владимир Олегович

Профессор кафедры информатики,

Заведующий лабораторией Java-технологии

мат-мех. факультета СПбГУ

Email: vosafonov@gmail.com

Сайт лаборатории: http://polyhimnie.math.spbu.ru/jtl

Тупики (deadlocks)

- Модель системы
- Характеристики тупиков
- Обработка тупиков
- Предотвращение тупиков
- Как избежать тупиков
- Обнаружение тупиков
- Восстановление после выхода из тупика
- Комбинированный подход к обработке тупиков

Проблема тупиков

- Тупик - множество заблокированных процессов, каждый из которых владеет некоторым ресурсом и ожидает ресурса, которым владеет какой-либо другой процесс из этого множества
- Пример
  - Система имеет два внешних устройства.
  - P_1 и P_2 – каждый пользуется некоторым устройством и требует использования другого устройства.
- Пример
  - семафоры *A* и *B*, инициализированные 1

P1	*P2*
wait (A);	*wait(B)*
wait (B);	*wait(A)*

Модель системы

- Типы ресурсов - R_1, R_2, . . ., R_m

  Процессор, память, устройства ввода-вывода

- Каждый тип ресурса R_i имеет W_i экземпляров.
- Каждый процесс использует ресурс с помощью одним из следующих способов:
  - request (запрос)
  - use (использование)
  - release (освобождение)

Характеристики тупика

Тупик может возникнуть, если одновременно выполняются четыре условия:

- **Взаимное исключение:** Только один процесс в каждый момент времени может получить доступ к ресурсу
- **Удержание и ожидание:** процесс, удерживающий один ресурс, ожидает приобретения других ресурсов, которыми обладают другие процессы.
- **Отсутствие прерываний:** ресурс может быть освобожден процессом только добровольно, когда процесс завершает свою работу.
- **Циклическое ожидание:** существует множество процессов $\{P_0, P_1, \ldots, P_0\}$, таких, что P_0 ожидает ресурса, которым обладает P_1, P_1 ожидает ресурса, которым обладает P_2, … , P_{n-1} ожидает ресурса, которым обладает P_n , а P_n ожидает ресурса, которым владеет P_0.

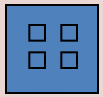
Граф распределения ресурсов

- Множество вершин V и множество дуг E.
- V подразделяется на два типа вершин:
  - $P = \{P_1, P_2, \ldots, P_n\}$, множество всех процессов в системе.
  - $R = \{R_1, R_2, \ldots, R_m\}$, множество всех ресурсов в системе.
- Дуга типа “запрос” (request edge) – направленная дуга $P_1 \rightarrow R_j$
- Дуга типа “присваивание” (assignment edge) – направленная дуга $R_j \rightarrow P_i$

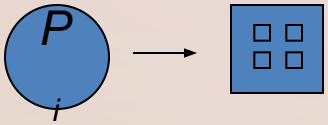
Граф распределения ресурсов (продолжение)

- Процесс

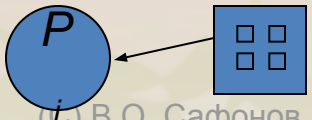
- Тип ресурса, имеющий 4 экземпляра



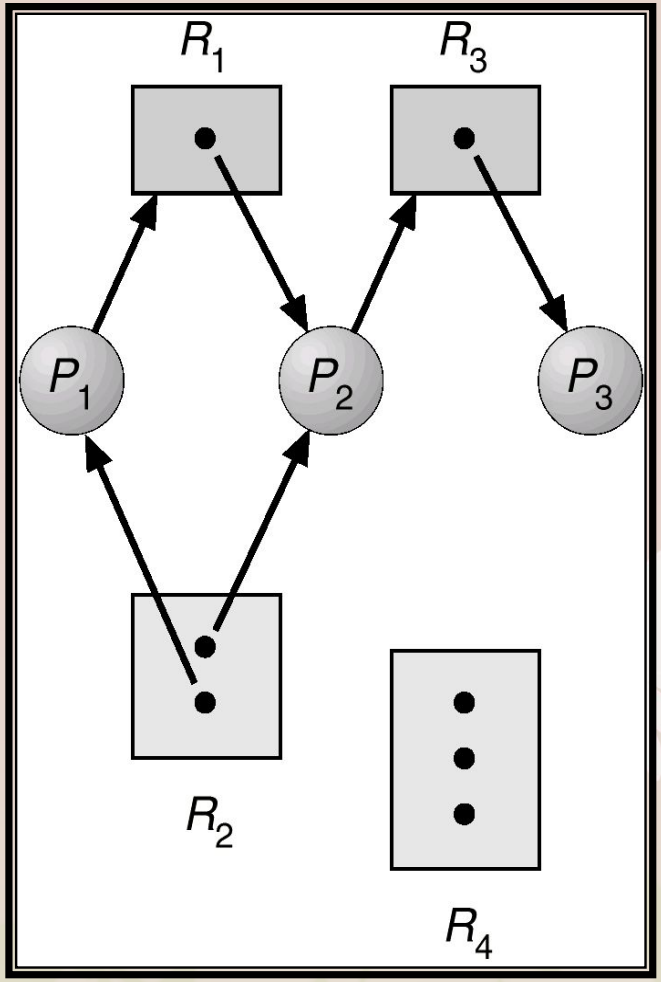
- P_i запрашивает экземпляр ресурса R_j



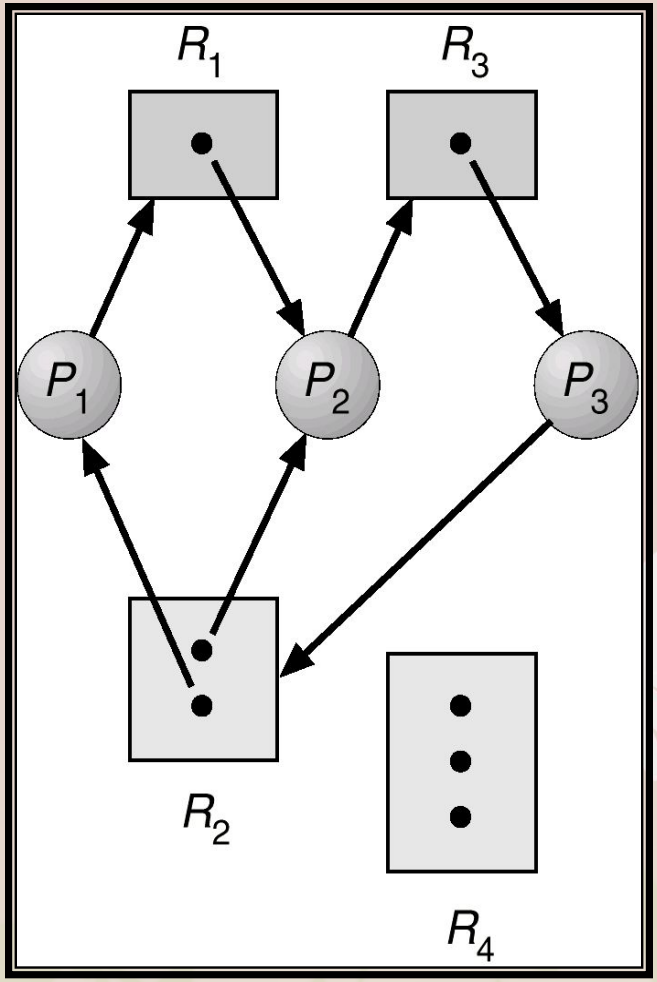
- P_i удерживает экземпляр ресурса R_j



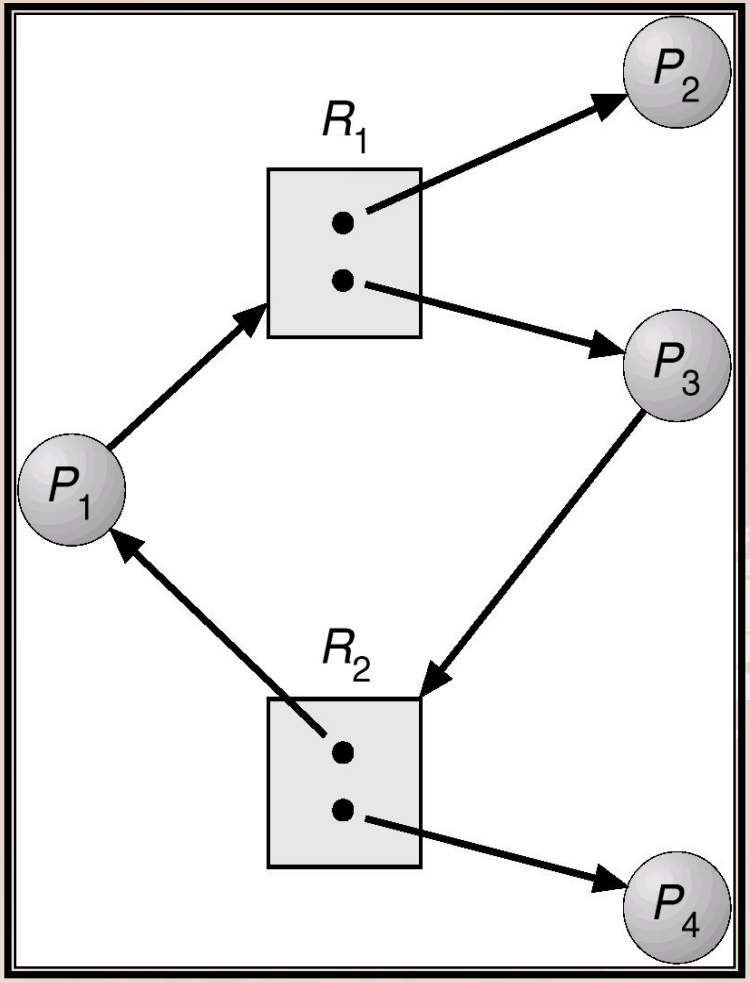
Пример графа распределения ресурсов



Граф распределения ресурсов с тупиком



Граф распределения ресурсов с циклом, но без тупика



Основные утверждения (факты)

- Граф не содержит циклов ⇒ тупиков нет.

- Граф содержит цикл ⇒
  - Если ресурсов каждого типа только по одному экземпляру, то тупик.
  - Если ресурсов по несколько экземпляров, то возможность тупика.

Методы обработки тупиков

- Убедиться в том, что система никогда не войдет в состояние тупика.
- Допустить, чтобы система могла входить в состояние тупика, но затем восстанавливалась (recover).
- Игнорировать эту проблему, но претендовать на то, что в системе тупики невозможны ☺ (используется практически во всех ОС, включая UNIX).

Предотвращение тупиков

Ограничить методы запросов

- **Взаимное исключение – не требуется для разделяемых ресурсов; должно соблюдаться только для не разделяемых ресурсов.**

- **Удержание и ожидание – необходимо гарантировать, чтобы, когда процесс запрашивает некоторый ресурс, он не владел бы никакими другими ресурсами.**
  - **Либо требовать от процессов, чтобы они запрашивали и приобретали все необходимые ресурсы до начала их исполнения, либо требовать, чтобы процесс, запрашивающий ресурс, ничем больше не обладал.**
  - **Приводит к недостаточному использованию ресурсов; возможна ситуация “голодания” (starvation).**

Предотвращение тупиков (продолжение)

- Отсутствие перераспределения ресурсов –
  - Если процесс, обладающий некоторыми ресурсами, запрашивает другой ресурс, который не может быть ему немедленно выделен, то все ресурсы, которыми он обладает, должны быть освобождены.
  - Перераспределяемые ресурсы добавдяются к списку ресурсов, которые ожидает процесс.
  - Процесс будет перезапущен только в случае, если он может вновь получить все старые ресурсы, которыми он обладал, а также все новые ресурсы, которые он запрашивает.
- Циклическое ожидание – ввести общую нумерацию (упорядочение) всех типов ресурсов, и потребовать, чтобы процесс запрашивал ресурсы только в порядке возрастания номеров.

Как избежать тупиков

Данные методы требуют, чтобы система обладала дополнительной априорной информацией

- Самая простая и полезная модель требует, чтобы каждый процесс указывал максимальный объем ресурсов каждого типа, которые могут ему понадобиться (как в ранних ОС – паспорт задачи и т.д.).

- Алгоритм избежания тупиков динамически анализирует состояние распределения ресурсов, чтобы убедиться, что никогда не может возникнуть ситуация циклического ожидания.

- Состояние распределения ресурсов определяется как объем доступных и распределенных ресурсов, а также максимальные требования процессов.

Q & A

- Вопросы и ответы