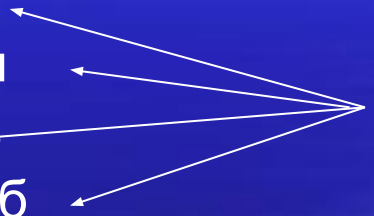
Основы операционных систем

Лекция 5.
Алгоритмы синхронизации

Активности и атомарные операции

Активность : приготовление бутерброда

- Отрезать ломтик хлеба
- Отрезать ломтик колбасы
- Намазать хлеб маслом
- Положить колбасу на хлеб



Атомарные или
неделимые операции

Активность - последовательное выполнение ряда действий, направленных на достижение определенной цели

Interleaving

Активность P: a b c

Активность Q: d e f

Последовательное выполнение PQ: a b c d e f

Псевдопараллельное выполнение (режим разделения времени) :

a b c d e f

a b d c e f

a b d e c f

a b d e f c

. . .

d e f a b c

Детерминированные и недетерминированные наборы активностей

P: x=2
y=x-1

Q: x=3
y=x+1

(x, y): (2, 4) (2, 2) (2, 3) (2, 1)

- *Недетерминированный* набор – при одинаковых начальных данных возможны разные результаты
- *Детерминированный* набор – при одинаковых начальных данных **всегда** один результат

Условия Бернстайна (Bernstain)

P: 1) x=u+v
2) y=x*w

Входные переменные
R_1 = {u, v}
R_2 = {x, w}
R(P)={u, v, x, w}

Выходные переменные
W_1 = {x}
W_2 = {y}
W(P)={x, y}

Если:

1) $W(P) \cap W(Q) = \{\emptyset\}$
2) $W(P) \cap R(Q) = \{\emptyset\}$
3) $R(P) \cap W(Q) = \{\emptyset\}$

то набор активностей {P, Q} является детерминированным

Состояние гонки (race condition) и взаимоисключение (mutual exclusion)

P: x=2
y=x-1

Q: x=3
z=x+1

Набор недетерминирован – состязание процессов за использование переменной x

В недетерминированных наборах всегда встречается *race condition* (состояние гонки, состояние состязания)

Избежать недетерминированного поведения при неважности очередности доступа можно с помощью *взаимоисключения* (mutual exclusion)

Критическая секция

Время	Студент 1	Студент 2	Студент 3
17-05	Приходит в комнату		
17-07	Достает 6 бут. пива		
17-09		Приходит в комнату	
17-11		Уходит за пивом	
17-13			Приходит в комнату
17-15			Уходит за пивом
17-17			
17-19		Покупает 6 бут. пива	
17-21			Покупает 6 бут. пива
17-23			
17-25		Приходит в комнату	
17-27			Приходит в комнату

Структура процесса, участвующего во взимодействии

```
while (some condition) {
        entry section
                critical section
        exit section
                remainder section
}
```

Программные алгоритмы организации взаимодействия

Требования, предъявляемые к алгоритмам

1. Программный алгоритм должен быть программным
2. Нет предположений об относительных скоростях выполнения и числе процессоров
3. Выполняется условие взаимоисключения (mutual exclusion) для критических участков
4. Выполняется условие прогресса (progress)
5. Выполняется условие ограниченного ожидания (bound waiting)

Программные алгоритмы организации взаимодействия

Запрет прерываний

```
while (some condition) {
        запретить все прерывания
                critical section
        разрешить все прерывания
                remainder section
}
```

Обычно используется внутри ОС

Программные алгоритмы организации взаимодействия

Переменная-замок

```
Shared int lock = 0;

while (some condition) {
    while (lock); | lock = 1;
        critical section
    lock = 0;
        remainder section
}
```

```
while (some condition) {
    while (lock);   lock = 1;
        critical section
    lock = 0;
        remainder section
}
```

Нарушается условие взаимоисключения

Программные алгоритмы организации взаимодействия

Строгое чередование

Shared int turn = 0;

P_0

```
while (some condition) {
    while (turn != 0);
        critical section
    turn = 1;
        remainder section
}
```

P_1

```
while (some condition) {
    while (turn != 1);
        critical section
    turn = 0;
        remainder section
}
```

Условие взаимного исключения выполняется

Нарушается условие прогресса

Программные алгоритмы организации взаимодействия

Флаги готовности

```
Shared int ready[2] = {0, 0};
```

P_0

```
while (some condition) {
    ready[0] = 1;
    while (ready[1]);
        critical section
    ready[0] = 0;
        remainder section
}
```

P_1

```
while (some condition) {
    ready[1] = 1;
    while (ready [0]);
        critical section
    ready[1] = 0;
        remainder section
}
```

Условие взаимного исключения нарушается

Программные алгоритмы организации взаимодействия

Алгоритм Петерсона

```
Shared int ready[2] = {0, 0};
Shared int turn;
```

P_0

```
while (some condition) {
    ready[0] = 1;
    turn = 1;
    while (ready[1] && turn == 1);
        critical section
    ready[0] = 0;
        remainder section
}
```

P_1

```
while (some condition) {
    ready[1] = 1;
    turn = 0;
    while (ready [0] && turn == 0);
        critical section
    ready[1] = 0;
        remainder section
}
```

Все 5 условий выполняются

Аппаратная поддержка взаимоисключений

Команда Test-And-Set

```
int Test-And-Set (int *a) {
      int tmp = *a;
      *a = 1;
      return tmp;
}
```

```
Shared int lock = 0;

while (some condition) {
   while (Test-And-Set (&lock));
        critical section
    lock = 0;
        remainder section
}
```

Нарушается условие ограниченного ожидания

Аппаратная поддержка взаимоисключений

Команда Swap

```
void Swap(int *a, int *b) {
    int tmp = *a;
    *a = *b;
    *b = tmp;
}
```

```
Shared int lock = 0;
int key = 0;
while (some condition) {
    key = 1;
    do Swap (&lock, &key);
    while (key);
        critical section
    lock = 0;
        remainder section
}
```

Нарушается условие ограниченного ожидания