



CT107. HỆ ĐIỀU HÀNH

CHƯƠNG 5. ĐỒNG BỘ HÓA TIẾN TRÌNH

Giảng viên: Trần Công Ân (tcan@cit.ctu.edu.vn)

Bộ môn Mạng máy tính & Truyền thông
Khoa Công Nghệ Thông Tin & Truyền Thông
Đại học Cần Thơ

2015

MỤC TIÊU

Giới thiệu **vấn đề miền tương trực** và **các giải pháp** để giải quyết vấn đề miền tương trực, nhằm **đảm bảo sự nhất quán của dữ liệu** được chia sẻ giữa các tiến trình cạnh tranh trong miền tương trực.

NỘI DUNG

GIỚI THIỆU (BACKGROUND)

VẤN ĐỀ MIỀN TƯƠNG TRỰC (CRITICAL-SECTION PROBLEM)

CÁC GIẢI PHÁP CHO VẤN ĐỀ MIỀN TƯƠNG TRỰC

ĐỒNG BỘ HÓA BẰNG PHẦN MỀM (SOFTWARE SYNC.)

ĐỒNG BỘ HÓA BẰNG PHẦN CỨNG (HARDWARE SYNC.)

HIỆU BÁO (SEMAPHORES)

CÁC BÀI TOÁN ĐỒNG BỘ HÓA

MONITORS

CẠNH TRANH VÀ SỰ NHẤT QUÁN DỮ LIỆU

- ▶ Các tiến trình thực thi đồng thời, chia sẻ dữ liệu dùng chung có thể dẫn đến tình trạng **không nhất quán** (inconsistency) của dữ liệu.
- ▶ Nhất quán = đúng đắn và chính xác; tùy thuộc vào **ngữ cảnh, giao dịch**.
- ▶ Có **2 lý do chính** để thực hiện đồng thời (cạnh tranh) các tiến trình:
 - ▶ Tăng hiệu suất sử dụng tài nguyên hệ thống.
 - ▶ Giảm thời gian đáp ứng trung bình của hệ thống.
- ▶ Việc duy trì sự nhất quán của dữ liệu yêu cầu một cơ chế để đảm bảo sự thực thi một cách có thứ tự của các tiến trình có hợp tác với nhau.

VÍ DỤ 1 – GIAO DỊCH CẠNH TRANH

► Cho hai giao dịch:

- T1: A **mua hàng** trị giá **50\$** của P
(50\$: $A \rightarrow P$)
- T2: B **mua hàng** trị giá **100\$** của P
(100\$: $B \rightarrow P$)

► **Khởi tạo** ban đầu: $A=500$; $B=500$; $P=1000$

T1	T2
R(A)	R(B)
$A = A - 50$	$B = B - 100$
W(A)	W(B)
R(P)	R(P)
$P = P + 50$	$P = P + 100$
W(P)	W(P)

► Yêu cầu về tính **nhất quán**: $(A + B + P)$ không đổi; cụ thể hơn:

- giá trị A, B, P **sau khi thực hiện** T1, T2 là: $A=450$; $B=400$; $P=1150$

► **Nhận xét**:

- Nếu thực hiện **tuần tự** $T1 \rightarrow T2$ hoặc $T2 \rightarrow T1$, dữ liệu sẽ **nhất quán**.
- Nếu thực hiện **cạnh tranh** (đồng thời), dữ liệu sẽ **nhất quán???**

VÍ DỤ 1 – GIAO DỊCH CẠNH TRANH

T1	T2	A/B	P
R(A) A = A - 50 W(A)	R(B) B = B - 100 W(B)	450 400	
R(P) P = P + 50	R(P)		1050
W(P)	P = P + 100 W(P)		1100
Schedule 1			

T1	T2	A/B	P
R(A) A = A - 50	R(B) B = B - 100 W(B)	400 450	
W(A) R(P) P = P + 50 W(P)	R(P) P = P + 100 W(P)		1050 1150
Schedule 2			

VÍ DỤ 2 – BÀI TOÁN NHÀ SX - NGƯỜI TIÊU THỤ

- **Dữ liệu chia sẻ** (kho hàng, có giới hạn):

```
#define struct {  
    ...  
} item;  
  
item buffer[BUFFER_SIZE];  
int in_item = 0;  
int out_item = 0;  
int counter = 0;
```

VÍ DỤ 2 – BÀI TOÁN NHÀ SX - NGƯỜI TIÊU THỤ

► Nhà sản xuất (S):

```
while (true) {  
    /* produce an item in next produced */  
  
    while (counter == BUFFER SIZE) ; /* do nothing */  
  
    buffer[in_item] = next_produced;  
    in_item = (in_item + 1) % BUFFER SIZE;  
    counter++;  
}
```


VÍ DỤ 2 – BÀI TOÁN NHÀ SX - NGƯỜI TIÊU THỤ

► Người tiêu thụ (T):

```
while (true) {  
    while (counter == 0) ; /* do nothing */  
  
    next_consumed = buffer[out_item];  
    out_item = (out_item + 1) % BUFFER_SIZE;  
    counter--;  
  
    /* consume the item in next consumed */  
}
```

VÍ DỤ 2 – BÀI TOÁN NHÀ SX - NGƯỜI TIÊU THỤ

- ▶ Dữ liệu chia sẻ giữa producer và consumer: biến **counter**.
- ▶ Điều kiện để **đảm bảo tính nhất quán** của biến **counter**: các câu lệnh **counter++** và **counter--** phải được thực thi một cách “**nguyên tử**” và “**cô lập**”.
 - ▶ **Nguyên tử**: không thể chia nhỏ (hoặc “hoặc tất cả, hoặc không”)
 - ▶ **Cô lập**: các t/trình **không truy xuất** các g/trị **không nhất quán** của nhau
- ▶ Vấn đề gì có thể xảy ra đối với **counter**?
 - ▶ **counter++** trong ngôn ngữ máy:

```
register1 = counter  
register1 = register1 + 1  
counter = register1
```
 - ▶ **counter--** trong ngôn ngữ máy:

```
register2 = counter  
register2 = register2 - 1  
counter = register2
```

VÍ DỤ 2 – BÀI TOÁN NHÀ SX - NGƯỜI TIÊU THỤ

- ▶ Xét một lịch trình **thực thi xen kẽ** (cạnh tranh) của hai tiến trình **S** và **T** trong hệ thống, với giá trị **counter = 5**:

S1: register1 = counter (register1 = 5)

S2: register1 = register1 + 1 (register1 = 6)

P1: register2 = counter (register2 = 5)

P2: register2 = register2 - 1 (register2 = 4)

S3: counter = register1 (counter = 6)

P3: counter = register2 (counter = 4)

⇒ giá trị cuối cùng của **counter** là **4** (hoặc **6** nếu S3 sau P3), trong khi **giá trị nhất quán** của **counter** trong trường hợp này là 5.

TÌNH TRẠNG “TRANH ĐUA” (RACE CONDITION)

- ▶ Là tình trạng mà nhiều tiến trình cùng truy cập và thay đổi lên dữ liệu được chia sẻ, và giá trị cuối cùng của dữ liệu chia sẻ phụ thuộc vào quá trình hoàn thành sau cùng.
 - ▶ giá trị của **P** trong ví dụ 1
 - ▶ hoặc giá trị biến **counter** trong ví dụ 2
- ▶ Tình trạng tranh đua có thể dẫn đến tình trạng không nhất quán.
- ▶ Để ngăn chặn tình trạng tranh đua, các quá trình cạnh tranh cần phải được đồng bộ hóa (synchronize).

VẤN ĐỀ MIỀN TƯƠNG TRỰC (CSP)

- ▶ Xét 1 hệ thống có n tiến trình đang cạnh tranh $\{P_0, P_1, \dots, P_{n-1}\}$
- ▶ **Miền tương trực (critical section)**: là một **đoạn mã lệnh** của các tiến trình có chứa các hành động **truy cập dữ liệu được chia sẻ** như: thay đổi các biến dùng chung, cập nhật CSDL, ghi tập tin, ...

⇒ Để **tránh tình trạng tranh đua**, các hệ thống phải đảm bảo khi một tiến trình đang trong miền tương trực, không có một tiến trình nào khác được phép chạy trong miền tương trực của nó.
- ▶ **Vấn đề miền tương trực (critical-section problem)**: Thiết kế các **giao thức** để các tiến trình có thể **sử dụng để hợp tác/cạnh tranh** với nhau.

VẤN ĐỀ MIỀN TƯƠNG TRỰC (CSP)

- ▶ Cần phải xác định được phần **entry section** và **exit section**.
do {
- ▶ Mỗi tiến trình phải **xin phép** để được vào miền tương trực (đi qua vùng **entry section**), và sau đó thoát khỏi miền tương trực (đi qua vùng **exit section**) và thực hiện phần còn lại (remainder section).

entry section

critical section

exit section

remainder section
- ▶ **Giải pháp** cho vấn đề miền tương trực tương đối **phức tạp** với với các hệ thống định thời **trưng dụng**.
} while (true);

YÊU CẦU ĐỐI VỚI CÁC GIẢI PHÁP CHO CSP

- ▶ Một giải pháp cho vấn đề miền tương trực phải thỏa 3 yêu cầu:
 1. **Loại trừ lẫn nhau** (mutual exclusion): Nếu 1 t/trình đang thực thi trong miền tương trực, không một tiến trình nào khác được đi vào miền tương trực của chúng.
 2. **Tiến triển** (progress): Nếu không có tiến trình nào đang thực thi trong miền tương trực và tồn tại tiến trình đang chờ được thực thi trong miền tương trực của chúng, thì việc lựa chọn cho một quá trình bước vào miền tương trực không thể bị trì hoãn vô hạn.
 3. **Chờ đợi hữu hạn** (bounded wait): Mỗi t/trình chỉ phải chờ để được vào miền tương trực trong một khoảng t/gian có hạn định (không xảy ra tình trạng “chết đói” – starvation).

PHÂN LOẠI CÁC GIẢI PHÁP

- ▶ **Các giải pháp phần mềm:** dựa trên các **giải thuật phần mềm**, như:
 - ▶ Cho trường hợp chỉ có **2 tiến trình cạnh tranh**:
 - ▶ Giải thuật 1 và 2
 - ▶ Giải thuật Peterson (Peterson's algorithm)
 - ▶ Cho trường hợp có **$n \geq 2$ tiến trình cạnh tranh**:
 - ▶ Giải thuật Bakery
- ▶ **Các giải pháp phần cứng:**
 - ▶ Lệnh vô hiệu hóa ngắt (disable interrupt)
 - ▶ Lệnh máy đặc biệt: TestAndSet

GT1 – GIẢI THUẬT CHỜ BẬN 1 (BUSY WAIT)

- ▶ Điều khiển cạnh tranh giữa 2 tiến trình P_i và P_j .
- ▶ Dùng 1 biến khóa chia sẻ để đ/khiển việc vào miền tương trực.
 - ▶ `int turn = 0; //initialise turn=0`
 - ▶ `turn = i` $\Rightarrow P_i$ có thể vào miền tương trực.
- ▶ Tổ chức đoạn mã của 1 tiến trình P_i :

```
do {
    while (turn != i) ;
    



critical section


    turn = j;
    

remainder section


} while (true);
```

▶ Nhận xét:

- ▶ Loại trừ hồ tương: 
 - ▶ Tiến triển: 
- \Rightarrow Không thỏa yêu cầu.

GT2 – GIẢI THUẬT CHỜ BẬN 2 (BUSY WAIT)

- ▶ Dùng các **biến khóa riêng** để đ/khiển việc vào miền tương trực.

- ▶ `boolean flag[2];`

- ▶ Khởi tạo: `flag[0] = flag[1] = false`

- ▶ `flag[i] = true` $\Rightarrow P_i$ sẵn sàng vào miền tương trực.

- ▶ Tổ chức đoạn mã của 1 tiến trình P_i :

```
do {
    flag[i] := true
    while (flag[j]) ;
    



critical section


    flag[i] = false;
    

remainder section


} while (true);
```

- ▶ **Nhận xét:**

- ▶ Loại trừ hồ tương: 
- ▶ Tiến triển: 
 \Rightarrow **Giống giải thuật 1.**
- ▶ Tuy nhiên, mức độ cạnh tranh cao hơn.

GIẢI THUẬT PETERSON

- ▶ Kết hợp cả biến khóa chia sẻ (GT1) và biến khóa riêng (GT2):
 - ▶ `int turn; //turn = i: P_i được phép vào miền tương trực.`
 - ▶ `boolean flag[2]; //flag[i] = true: P_i sẵn sàng vào miền tương trực.`
- ▶ Tổ chức đoạn mã của 1 tiến trình P_i :

```
do {
    flag[i] := true;
    turn := j;
    while (flag[j] && turn=j) ;
    

critical section


    flag[i] = false;
    

remainder section


} while (true);
```

▶ Nhận xét:

- ▶ Loại trừ hồ tương: ✓
- ▶ Tiến triển: ✓
- ▶ Chờ đợi hữu hạn: ✓

GIẢI THUẬT BAKERY

- ▶ Miền tương trực cho n tiến trình:
 - ▶ Mỗi t/trình sẽ nhận được 1 **số** trước khi vào miền tương trực.
 - ▶ Tiến trình có số **nhỏ nhất** sẽ có quyền **ưu tiên cao nhất**.
 - ▶ Nếu hai tiến trình P_i và P_j nhận được cùng một số, nếu $i < j$ thì P_i được phục vụ trước.
 - ▶ Bộ sinh số luôn sinh các số **theo thứ tự tăng**, ví dụ: 1, 2, 3, 3, 3, 4, ...
- ▶ Dữ liệu chia sẻ:

`boolean` choosing[n]

`int` number[n]

- ▶ Khởi tạo: tất cả các phần tử của **choosing** = **false** và **number** = 0.

GIẢI THUẬT BAKERY CHO TIẾN TRÌNH P_i

```

do {
    choosing[i] = true;
    number[i] = max(number[0], number[1], ..., number[n-1]) + 1;
    choosing[i] = false;
    for (j = 0; j < n; j++) {
        while (choosing[j]) ;
        while ((number[j] != 0) && ((number[j], j) < (number[i], i)) ;
    } //for
    critical section
    number[i] = 0;
    remainder section
} while (true);

```

✱ (number #1, i) < (number #2, j) nếu (number #1 < number #2)
 hoặc (number #1 = number #2) AND (i < j)

ĐỒNG BỘ HÓA BẰNG PHẦN CỨNG

- ▶ Ý tưởng cơ bản của hầu hết các giải pháp bằng phần cứng là **bảo vệ miền tương trực bằng khóa**.
- ▶ **Giải pháp đơn giản nhất: vô hiệu hóa các ngắt** – cho phép tiến trình người dùng vô hiệu hóa các ngắt khi vào miền tương trực, cho đến khi t/trình ra khỏi miền tương trực.
 - ▶ Không có tiến trình nào khác có thể thực thi khi một tiến trình đã vào miền tương trực \Rightarrow tránh tình trạng cạnh tranh.
 - ▶ Chỉ có thể áp dụng cho hệ thống **không tương dụng**.
 - ▶ **Không khả thi** cho hệ thống **đa xử lý** (vô hiệu hóa các ngắt trên hệ thống đa xử lý mất nhiều chi phí \Rightarrow hiệu năng giảm).

ĐỒNG BỘ HÓA BẰNG PHẦN CỨNG

- ▶ **Các giải pháp khả thi hơn:** cung cấp các **thao tác nguyên tử từ phần cứng** (atomic hardware instructions):
 - ▶ `test_and_set`
 - ▶ `compare_and_swap`
- ▶ Các chỉ thị này được hỗ trợ trong các hệ thống hiện đại, có nhiều bộ xử lý.
- ▶ Nếu các chỉ thị nguyên tử được thực thi cùng lúc (có thể trên các CPU khác nhau) thì chúng sẽ được **thực thi tuần tự** (theo một thứ tự bất kỳ).

CHỈ THỊ `test_and_set`

- ▶ Cho phép đọc và sửa nội dung của một word một cách nguyên tử.
- ▶ Định nghĩa của chỉ thị `test_and_set`:

```
boolean test_and_set(boolean *target) {  
    boolean rv = *target;  
    *target = true;  
  
    return rv;  
}
```


LOẠI TRỪ HỖ TƯƠNG VỚI `test_and_set`

- ▶ Dữ liệu chia sẻ: `boolean lock = false;`

- ▶ Tiến trình P_i :

```
do {  
    while (test_and_set(lock)) ; //do nothing  
    critical section  
    lock = false;  
    remainder section  
} while (true);
```

- ▶ Tính chất:

- ▶ Loại trừ lẫn nhau và tiến triển: ✓
- ▶ Chờ đợi hữu hạn: ✗

CHỈ THỊ `compare_and_swap`

- ▶ Dùng để hoán chuyển (swap) hai biến.

- ▶ Định nghĩa của chỉ thị swap:

```
void swap(boolean &oldValue, boolean expected, boolean newValue) {  
    boolean temp = *oldValue;  
  
    if (*oldValue == expected)  
        *oldValue = newValue;  
  
    return temp;  
}
```

- ▶ Chỉ thị được thực thi một cách nguyên tử.

LOẠI TRỪ HỖ TƯƠNG VỚI `compare_and_swap`

▶ Dữ liệu chia sẻ: `boolean lock = false;`

▶ Tiến trình P_i :

```
do {  
    while (compare_and_swap(&lock, false, true) != false) ;  
    critical section  
    lock = false;  
    remainder section  
} while (true);
```

▶ Tính chất:

▶ Loại trừ hồ tương: ✓

▶ Chờ đợi hữu hạn: ✗

CHỜ ĐỢI HỮU HẠN VỚI `test_and_set`

► Dữ liệu chia sẻ:

```
boolean lock;
boolean waiting[n];
```

► Khởi tạo:

```
lock = false;
waiting[1..n] = false;
```

► Tiến trình P_i :

```
do {
    waiting[i] = true;
    key = true;
    while (waiting[i] && key)
        key = test_and_set(&lock);
    waiting[i] = false;
    

critical section


    j = (i + 1) % n;
    while ((j != i) && !waiting[j])
        j = (j + 1) % n;
    if (j == i) lock = false;
    else waiting[j] = false;
    

remainder section


} while (true);
```

HIỆU BÁO (SEMAPHORES)

- ▶ Semaphore là công cụ đồng bộ hóa **tránh được chờ đợi bận**:
 - ▶ Tiến trình chờ **đợi** vào miền tương trục sẽ **ngủ/nghe**.
 - ▶ Tiến trình đang ngủ/nghe sẽ **được đánh thức** bởi các tiến trình khác.
- ▶ **Semaphore S**: là một biến integer, được truy cập qua 2 thao tác nguyên tử:
 - ▶ `wait(S)`:

```
while (S ≤ 0) ; //do nothing (busy wait)
S--;
```
 - ▶ `signal(S)`: `S++`
- ▶ Ưu điểm: ít phức tạp hơn các giải pháp khác.

ĐỒNG BỘ HÓA DÙNG SEMAPHORE

► Các loại semaphore:

- Semaphore **đếm** (counting semaphore): giá trị semaphore không giới hạn.
- Semaphore **nhị phân** (binary semaphore): có giá trị 0 hoặc 1, còn gọi là **mutex lock**; cài đặt đơn giản hơn.

► Dữ liệu chia sẻ:

```
semaphore mutex = 1;
```

► Tiến trình P_i :

```
do {  
    wait(mutex);  


critical section

  
    singal(mutex);  


remainder section

  
} while (true);
```

ĐỒNG BỘ HÓA DÙNG SEMAPHORE – VÍ DỤ

- ▶ Có 2 tiến trình: P_1 với lệnh S_1 và P_2 với lệnh S_2 .
- ▶ Yêu cầu: S_2 phải thực thi sau khi S_1 hoàn thành.
- ▶ Cài đặt:
 - ▶ Sử dụng semaphore flag, khởi tạo với giá trị 0.

Tiến trình P_i :

⋮

S_1 ;

signal(flag);

Tiến trình P_2 :

⋮

wait(flag);

S_2

CÀI ĐẶT SEMAPHORE KHÔNG CHỜ ĐỢI BẬN

- ▶ Thao tác `signal(S)` và `wait(S)` không tránh được chờ đợi bận.
- ▶ Cần một cách tiếp cận khác để tránh tình trạng này:
 - ▶ Cấu trúc dữ liệu semaphore:

```
typedef struct {  
    int value;  
    struct process *L;  
} semaphore;
```
 - ▶ Hai thao tác cần được cung cấp bởi HDH:
 - ▶ `block()`: ngưng (block) tạm thời tiến trình gọi chỉ thị này.
 - ▶ `wakeup(P)`: khởi động lại tiến trình đang bị ngưng P.

CÁC THAO TÁC SEMAPHORE KHÔNG CHỜ ĐỢI BẠN

- Các thao tác semaphore **wait(S)** và **signal(S)** được định nghĩa lại như sau:

```
void wait(semaphore S) {
    S.value--;
    if (S.value < 0) {
        add this process into
            S.L;
        block();
    } //if
} //wait()
```

```
void signal(semaphore S) {
    S.value++;
    if (S.value ≤ 0) {
        remove a process P from
            S.L;
        wakeup(P);
    } //if
} //signal()
```

- Giá trị semaphore **có thể âm** (trong tr/hợp chờ đợi bận thì không).
- Giá trị âm thể hiện số lượng tiến trình **đang chờ đợi** trên semaphore.

CÀI ĐẶT `wait()` VÀ `signal()`

- ▶ **Yêu cầu:** không thể có nhiều hơn 1 tiến trình thực thi `wait()` hoặc `signal()` đồng thời ⇒ **critical-section problem**.
 - ▶ Hệ thống đơn xử lý: **vô hiệu hóa các ngắt** khi thực thi `wait()` và `signal()`.
 - ▶ Hệ thống đa xử lý: dùng **chờ đợi bận** (spinlock) hay **các lệnh nguyên tử** (e.g. `compare_and_swap()`).
 - ⇒ Không hoàn toàn loại bỏ được chờ đợi bận: **di chuyển chờ đợi bận** vào bên trong chỉ thị `wait()` và `signal()` – thường là ngắt – nên thời gian chờ đợi bận được giảm đi.

KHÓA CHẾT VÀ CHẾT ĐÓI

- ▶ **Khóa chết**: hai hay nhiều t/trình chờ đợi vô hạn một sự kiện, mà sự kiện đó chỉ có thể tạo ra bởi một trong các t/trình đang chờ đợi khác.
- ▶ Ví dụ: cho hai semaphore S và Q được khởi tạo bằng 1

 P_0

```
wait(S);
wait(Q);

:
signal(S);
signal(Q);
```

 P_1

```
wait(Q);
wait(S);

:
signal(Q);
signal(S);
```

- ▶ **Chết đói**: tiến trình bị ngưng (block) không hạn định (không bao giờ được xóa khỏi hàng đợi semaphore).

CÁC BÀI TOÁN ĐỒNG BỘ HÓA

1. Bài toán Nhà sản xuất – Người tiêu dùng với vùng đệm giới hạn (Producer–Consumer with Bounded-Buffer).
2. Bài toán Bộ đọc – Bộ ghi (Readers–Writers).
3. Bài toán Các triết gia ăn tối (Dining-Philosophy).

BÀI TOÁN NHÀ SẢN XUẤT – NGƯỜI TIÊU DÙNG

- ▶ Hai tiến trình (nhà SX, người TD) **chia sẻ chung vùng đệm** có kích thước n (xem mô tả trong phần giới thiệu).
- ▶ Dữ liệu chia sẻ đồng bộ hóa:
 - ▶ Semaphore **mutex**: dùng để loại trừ lẫn nhau, khởi tạo bằng 1.
 - ▶ Semaphore **empty** và **full**: dùng để đếm số khe trống và đầy trên bộ đệm, khởi tạo **empty** = n và **full** = 0.

CẤU TRÚC TIỀN TRÌNH NHÀ SẢN XUẤT

```
do {  
    ...  
    produce an item: "next_produced"  
    ...  
    wait(empty);  
    wait(mutex);  
    ...  
    add "next_produced" to the buffer  
    ...  
    signal(mutex);  
    signal(full);  
} while (true);
```

CẤU TRÚC TIỀN TRÌNH NGƯỜI TIÊU DÙNG

```
do {  
    wait(full);  
    wait(mutex);  
    ...  
    remove an item from the buffer: "next_consumed"  
    ...  
    signal(mutex);  
    signal(empty);  
    ...  
    consume the item "next_consumed"  
    ...  
} while (true);
```

BÀI TOÁN BỘ ĐỌC – BỘ GHI

- ▶ Nhiều tiến trình thực thi đồng thời cạnh tranh một đối tượng dữ liệu (tập tin, mẫu tin):
 - ▶ **Bộ đọc (readers)**: tiến trình chỉ đọc dữ liệu.
 - ▶ **Bộ ghi (writers)**: tiến trình đọc và ghi dữ liệu.
 - ▶ Vấn đề:
 - ▶ Nhiều readers có thể đọc dữ liệu chia sẻ đồng thời.
 - ▶ Chỉ có 1 writer được phép truy cập dữ liệu chia sẻ tại 1 thời điểm.
- ⇒ Các bộ đọc, ghi phải loại trừ lẫn nhau trên các đối tượng chia sẻ.

GIẢI PHÁP

- ▶ Dữ liệu chia sẻ:
 - ▶ Đối tượng dữ liệu chia sẻ (tập tin, mẫu tin, ...).
 - ▶ Biến `read_count`: đếm số tiến trình đang đọc, khởi tạo bằng 0.
 - ▶ Semaphore `mutex`: dùng để loại trừ lẫn nhau khi cập nhật biến `read_count`, khởi tạo bằng 1.
 - ▶ Semaphore `rw_mutex`: dùng để loại trừ lẫn nhau cho các bộ ghi, khởi tạo bằng 1. Semaphore này cũng được sử dụng bởi các bộ đọc đầu tiên vào vùng tương trực và bộ đọc cuối cùng ra khỏi vùng tương trực.

CẤU TRÚC CÁC TIẾN TRÌNH ĐỌC – GHI

⊛ Bộ ghi

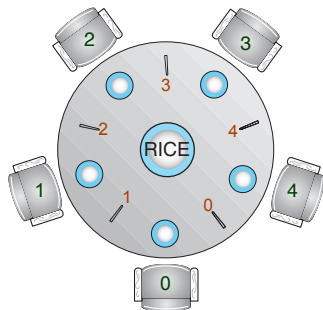
```
do {  
    wait(rw_mutex);  
    ...  
    writing is performed  
    ...  
    signal(rw_mutex);  
} while (true);
```

⊛ Bộ đọc

```
do {  
    wait(mutex);  
    read_count++;  
    if (read_count == 1)  
        wait(rw_mutex);  
    signal(mutex);  
    ...  
    reading is performed  
    ...  
    wait(mutex);  
    read_count--;  
    if (read_count == 0)  
        signal(rw_mutex);  
    signal(mutex);  
} while (true);
```

BÀI TOÁN NĂM TRIẾT GIA ĂN TỐI

- ▶ Các triết gia **ngồi suy nghĩ**, không giao tiếp với các triết gia khác.
- ▶ Khi đói, họ sẽ **cố gắng lấy 2 chiếc đũa** (lần lượt mỗi chiếc) gần nhất để ăn cơm.
- ▶ Một triết gia **không thể lấy đũa đang được dùng** bởi triết gia khác.
- ▶ Khi có được 2 chiếc đũa, triết gia sẽ ăn và đặt đũa xuống sau khi ăn xong; sau đó suy nghĩ tiếp.
- ▶ Dữ liệu chia sẻ: semaphore **chopstick[5]**, khởi tạo bằng 1.



CẤU TRÚC CỦA TIỀN TRÌNH TRIẾT GIA *i*

```
do {  
    wait(chopstick[i]);  
    wait(chopstick[(i+1) % 5]);  
    ...  
    eat  
    ...  
    signal(chopstick[i]);  
    signal(chopstick[(i+1) % 5]);  
    ...  
    think  
    ...  
} while (true);
```

Giải thuật trên còn gặp phải vấn đề gì?

NGĂN KHÓA CHẾT (DEADLOCK)

- ▶ Giải thuật đảm bảo không có trường hợp hai lán giềng ăn cùng lúc (sử dụng cùng đĩa).
- ▶ Tuy nhiên, **có thể xảy ra tình trạng khóa chết** – 5 triết gia cùng đói và mỗi người lấy được 1 chiếc đĩa.
- ▶ Giải pháp:
 - ▶ Cho phép **nhiều nhất 4 triết gia** ngồi trên bàn 😊
 - ▶ Chỉ cho phép một triết gia lấy đĩa nếu **cả 2 đĩa đều sẵn sàng**.
 - ▶ Dùng giải pháp **bất đối xứng**: triết gia lẻ luôn lấy đĩa trái trước, còn triết gia chẵn thì luôn lấy đĩa phải trước.

MONITORS

- ▶ Là một **cấu trúc dữ liệu trừu tượng**, được cung cấp bởi các ngôn ngữ lập trình cấp cao, cho phép **thực hiện việc đồng bộ hóa một cách dễ dàng, hiệu quả**.
- ▶ Một **cấu trúc monitor** bao gồm:
 - ▶ Tập hợp các **thao tác** (hàm) cho phép truy xuất đến các dữ liệu bên trong monitor.
 - ▶ Các biến **dữ liệu (biến) cục bộ**.
 - ▶ Một đoạn **mã khởi tạo** (initialization code).

CẤU TRÚC MONITOR

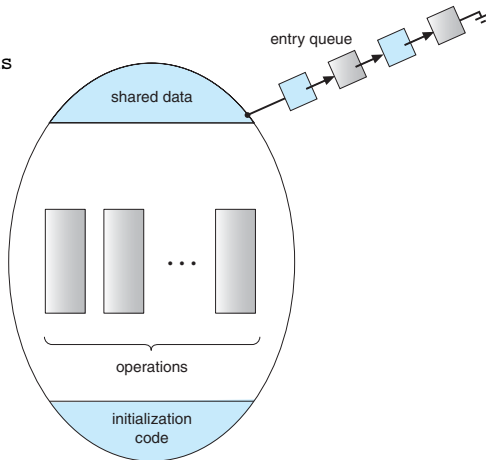
```

monitor monitor_name
{
    shared variable declarations

    procedure P1(...) {
        ...
    }
    :
    procedure Pn(...) {
        ...
    }

    initialization_code (...) {
        ...
    }
} //monitor

```



ĐẶC TÍNH CỦA MONITOR

- ▶ Các **biến cục bộ** chỉ có thể được truy xuất bởi các thủ tục của monitor.
- ▶ Tiến trình **vào monitor** bằng cách gọi một trong các thủ tục đó.
- ▶ Chỉ có thể có **tối đa 1 tiến trình** có thể vào monitor tại 1 thời điểm
⇒ điều kiện loại trừ hỗ tương được đảm bảo.

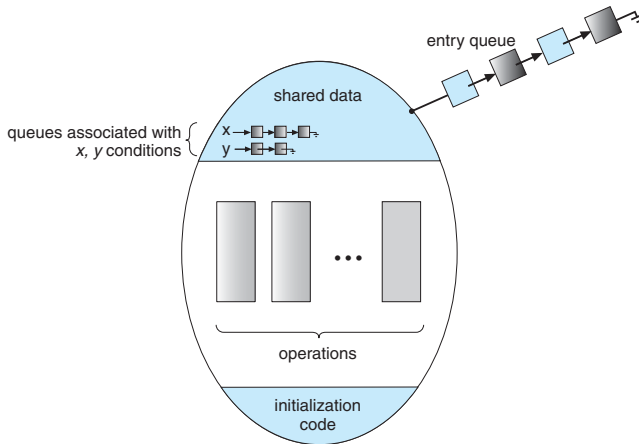
BIẾN ĐIỀU KIỆN (CONDITION VARIABLE)

- ▶ Nhằm cho phép một tiến trình đợi trong monitor, ta dùng các **biến điều kiện**:

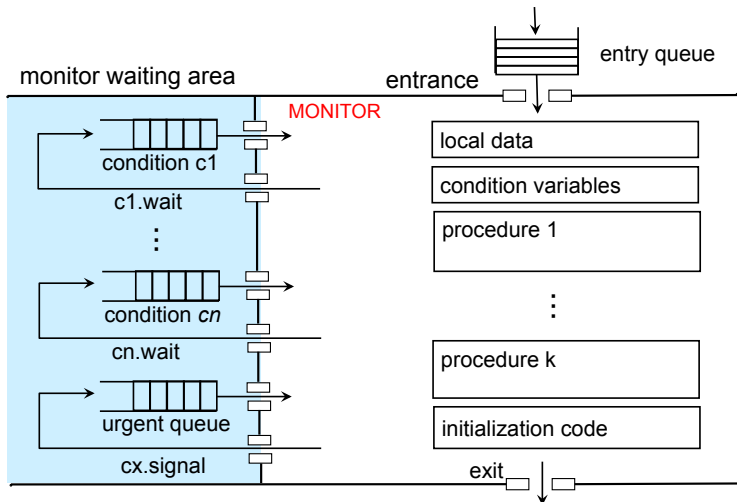
```
condition x, y;
```

- ▶ Biến điều kiện là **cục bộ** (chỉ được truy xuất bên trong monitor).
- ▶ Hai **thao tác** trên biến điều kiện:
 - ▶ **x.wait()**: tiến trình gọi chỉ thị này sẽ **bị ngưng** cho đến khi **x.signal()** được gọi.
 - ▶ **x.signal()**: “**đánh thức**” một trong các tiến trình đang ngưng do gọi **x.wait()** (nếu không có tiến trình đang ngưng thì không làm gì cả).

BIẾN ĐIỀU KIỆN (CONDITION VARIABLE)



BIẾN ĐIỀU KIỆN (CONDITION VARIABLE)



CÁC TÙY BIẾN KHI GỌI HÀM `signal()`

- ▶ Nếu tiến trình P gọi `x.signal()` trong khi tiến trình Q đang đợi trên biến này (Q gọi `x.wait()` trước đó), để **tránh hai tiến trình thực thi đồng thời trong monitor**:
 - ▶ **Signal and wait**: P chờ cho đến khi Q rời khỏi monitor.
 - ▶ **Signal and continue**: Q chờ cho đến khi P rời khỏi monitor.
- ▶ Nhiều ngôn ngữ lập trình cài đặt cơ chế đồng bộ hóa dựa trên ý tưởng monitor (Java, C#)

BÀI TOÁN CÁC TRIẾT GIA ĂN TỐI VỚI MONITOR

```
monitor DiningPhilosophers {  
    enum {thinking, hungry, eating} state[5];  
    condition self[5]; //wait on chopstick i  
  
    void pickup(int i); //pick up the chopstick i  
    void putdown(int i); //put down the chopstick i  
    void test(int i); //test the availability of the chopstick i  
  
    void init() {  
        for (int i = 0; i < 5; i++)  
            state[i] = thinking;  
    }  
}
```

BÀI TOÁN CÁC TRIẾT GIA ĂN TÔI VỚI MONITOR

```
void test(int i) {  
    if ((state[(i + 4) % 5] != eating) &&  
        (state[i] == hungry) &&  
        (state[(i+1) % 5] != eating)) {  
  
        state[i] = eating;  
        self[i].signal();  
    }  
}
```

BÀI TOÁN CÁC TRIẾT GIA ĂN TỐI VỚI MONITOR

```

void pickup(int i) {
    state[i] = hungry;
    test(i);
    if (state[i] != eating)
        self[i].wait();
}

void putdown(int i) {
    state[i] = thinking;
    //test right+left neighbors
    test((i+4) % 5);
    test((i+1) % 5);
}

```

⊛ Tiến trình triết gia i :

```

DiningPhilosophers.pickup(i);
...
EAT
...
DiningPhilosophers.putdown(i);

```

⊛ Tính chất:

- ▶ Loại trừ lẫn tương: ✓
- ▶ Tránh deadlock: ✓
- ▶ Tránh chết đói: ✗

