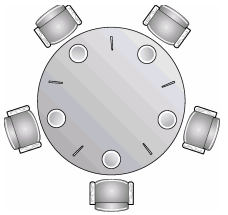
Problemi di sincronizzazione

- problema dei cinque filosofi
- problema dei lettori e degli scrittori
- problema del barbiere sonnolento

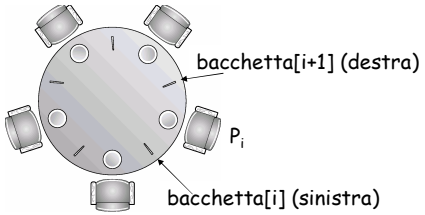
Problema dei cinque filosofi

- Cinque filosofi passano la vita pensando e mangiando, attorno ad una tavola rotonda. Al centro della tavola vi è una zuppiera di riso e la tavola è apparecchiata con cinque bacchette.
- Quando un filosofo pensa non interagisce con i colleghi. Quando gli viene fame tenta di impossessarsi delle bacchette che stanno alla sua destra ed alla sua sinistra. Il filosofo può prendere una sola bacchetta per volta.
- Quando un filosofo affamato possiede due bacchette contemporaneamente, mangia. Terminato il pasto, appoggia le bacchette e ricomincia a pensare.



Problema dei cinque filosofi

- Si può rappresentare ciascuna bacchetta con un semaforo.
- Ogni filosofo tenta di afferrare una bacchetta con un'operazione di *wait* e la rilascia eseguendo *signal*



Problema dei cinque filosofi : soluzione 1

- Variabili condivise:
  semaphore bacchetta[5]; // tutti gli elementi inizializzati a 1
- Filosofo *i*:

Sezione critica

```
do {
   wait(bacchetta[ i ])
   wait(bacchetta[(i+1) % 5])
      ...
      mangia
      ...
   signal(bacchetta[ i ]);
   signal(bacchetta[(i+1) % 5]);
      ...
      pensa
      ...
} while (1);
```

Prende bacch. sinistra
Prende bacch. destra
lascia bacch. sinistra
lascia bacch. destra

Soluzione 1: DEADLOCK

se tutti i filosofi hanno fame contemporaneamente e prendono la bacchetta alla loro sinistra nessuno puo' prendere la bacchetta alla sua destra

(DEADLOCK)

Possibile soluzione

Ogni filosofo, dopo aver preso la prima forchetta, verifica se la seconda e' disponibile. In caso contrario posa anche la prima

soluzione 2:

```
do {

   while(not.entrambe){
      prendi( i );
      if (b[(i+1) % 5] > 0) {
           prendi( (i+1) % 5 );
           entrambe = true
      } else{
            posa( i );
      }
   }
            ...
            mangia
            ...

      posa( i );
      posa( (i+1) % 5 );
      entrambe = false;

            ...
            pensa
            ...
} while (1);
```

```
void prendi(int i){
            wait( &mutex );
            wait( &bacchetta[ i ] )
            b[ i ] --;
            signal( &mutex);
}


void posa(int i){
            wait( &mutex );
            b[ i ] ++;
            signal( &bacchetta[ i ] );
            signal( &mutex );
}
```

b[5] array di interi condiviso che "replica" il contenuto di bacchetta[5]

soluzione 2: STARVATION

c'e il rischio che tutti i filosofi prendono la bacchetta sinistra, vedono che la destra e' occupata e posano di nuovo la sinistra.

(STARVATION)

Possibile soluzione

Ogni filosofo, prima di mangiare si assicura di aver preso entrambe le bacchette

Deadlock e starvation

Deadlock: insieme di processi bloccati (su una istruzione wait), ognuno dei quali in attesa che si libera una risorsa assegnata in uso esclusivo di un altro processo

Starvation: insieme di processi in esecuzione che tentano ripetutamente senza successo di accedere ad una risorsa assegnata in uso esclusivo di un altro processo

Soluzione 3: INEFFICIENTE

```
do {
                ...
                pensa
                ...
        wait(&mutex);
        wait(bacchetta[ i ])
        wait(bacchetta[(i+1) % 5])
                ...
                mangia
                                ...
        signal(bacchetta[ i ]);
        signal(bacchetta[(i+1) % 5]);
        signal(&mutex);
                ...
                pensa
                ...
} while (1);
```

Proteggere le "istruzioni critiche"

1 solo filosofo alla volta puo' mangiare!!

Soluzione 4

```
#define N                5          /* number of philosophers */
#define LEFT             (i+N-1)%N  /* number of i's left neighbor */
#define RIGHT            (i+1)%N    /* number of i's right neighbor */
#define THINKING         0          /* philosopher is thinking */
#define HUNGRY           1          /* philosopher is trying to get forks */
#define EATING           2          /* philosopher is eating */
typedef int semaphore;              /* semaphores are a special kind of int */
int state[N];                       /* array to keep track of everyone's state */
semaphore mutex = 1;                /* mutual exclusion for critical regions */
semaphore s[N];                     /* one semaphore per philosopher */

void philosopher(int i)             /* i: philosopher number, from 0 to N-1 */
{
    while (TRUE) {                  /* repeat forever */
        think( );                   /* philosopher is thinking */
        take_forks(i);              /* acquire two forks or block */
        eat( );                     /* yum-yum, spaghetti */
        put_forks(i);               /* put both forks back on table */
    }
}
```

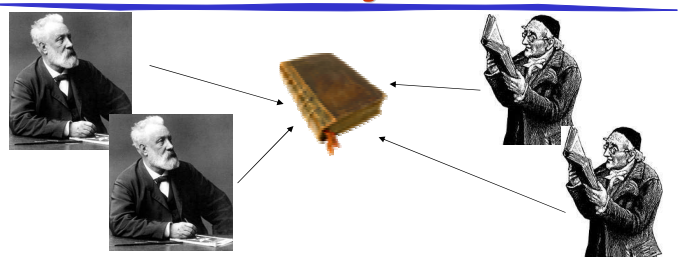

Soluzione 3 (cont.): OK

```
void test(int i) {
        if(state[i]==HUNGRY && state[LEFT]!=EATING && state[RIGHT]!=EATING){
                state[i] = EATING;          // comunico agli altri che inizio a mangiare
                signal( &s[i] );            // posso mangiare: semaforo +1
        }
}

void take_forks(int i) {
        wait( &mutex );
        state[ i ]=HUNGRY;                  // sto per prendere le forchette
        test(i);
        signal( &mutex );
        wait( &s[ i ] );                    // inizio a mangiare.
}

void put_forks(int i) {
        wait( &mutex );
        state[ i] = THINKING;               // comunico che ho finito di mangiare
        test(LEFT);                         // semaforo a sinistra +1
        test(RIGHT);                        // semaforo a destra +1
        signal( &mutex );
}
```


osservazioni

- state[i]=0 i=0,..,4 s[i]=0 i=0,..,4
- Il semaforo e' relativo al filosofo e non alla forchetta
- La funzione test vede se i vicini stanno mangiando. In caso contrario dichiara che inizia a mangiare e alza il semaforo (abilita il filosofo a mangiare)
- Un filosofo in attesa sulla wait in take_forks, sara' sbloccato da un filosofo vicino che esegue test in put_forks

Problema dei lettori e degli scrittori



- Un insieme di dati (ad es. un file) deve essere condiviso da più processi concorrenti che possono richiedere la sola lettura del contenuto, o anche un aggiornamento.
- Se due *lettori* accedono contemporaneamente ai dati condivisi non ha luogo alcun effetto negativo
- Se uno *scrittore* accede simultaneamente ad un altro processo si può avere incoerenza dell'informazione

2 tipi di problemi

- 1° problema dei lettori-scrittori: nessun processo lettore deve attendere, salvo che uno scrittore abbia già ottenuto l'accesso ai dati condivisi (precedenza ai lettori)

possibilità di starvation per gli scrittori

- 2° problema dei lettori-scrittori: nessun processo scrittore deve attendere, salvo che uno scrittore abbia già ottenuto l'accesso ai dati condivisi (precedenza agli scrittori)

possibilità di starvation per gli lettori.

soluzione al primo problema scrittori/lettori

- Variabili condivise:

```
semaphore mutex, wrt;
int readcounter;
// inizialmente mutex = 1, wrt = 1, readcounter = 0
```

Processo scrittore

```
wait(wrt);
    ...
  effettua la scrittura
    ...
signal(wrt);
```

Uso esclusivo ai dati condivisi

Altri possono accedere ai dati condivisi

soluzione al primo problema scrittori/lettori

Uso esclusivo a readcounter

Se sono il primo lettore fermo gli scrittori

Se sono l'ultimo lettore sblocco gli scrittori

Processo lettore

```
wait(mutex);
readcounter++;
if (readcounter == 1)  wait(wrt);
signal(mutex);
    ...
  si effettua la lettura
    ...
wait(mutex);
readcounter - -;
if (readcounter == 0)  signal(wrt);
signal(mutex);
```

il barbiere sonnolento

in un negozio di barbiere ci sono
- una sedia per lavorare
- n sedie per far attendere i clienti

- il barbiere di solito dorme
- quando arriva un cliente, questi lo sveglia e si fa servire
- se nel frattempo arrivano altri clienti, si accomodano sulle sedie oppure vanno via se sono tutte occupate

soluzione

```
#define CHAIRS 5                    /* # chairs for waiting customers */

typedef int semaphore;              /* use your imagination */

semaphore customers = 0;            /* # of customers waiting for service */
semaphore barbers = 0;              /* # of barbers waiting for customers */
semaphore mutex = 1;                /* for mutual exclusion */
int waiting = 0;                    /* customers are waiting (not being cut) */

void barber(void)
{
    while (TRUE) {
        wait (&customers);          /* go to sleep if # of customers is 0 */
        wait (&mutex);              /* acquire access to 'waiting' */
        waiting = waiting – 1;      /* decrement count of waiting customers */
      signal (&barbers);            /* one barber is now ready to cut hair */
      signal (&mutex);              /* release 'waiting' */
        cut_hair( );                /* cut hair (outside critical region) */
    }
}


void customer(void)
{
     wait (&mutex);                 /* enter critical region */
    if (waiting < CHAIRS) {         /* if there are no free chairs, leave */
        waiting = waiting + 1;      /* increment count of waiting customers */
      signal (&customers);          /* wake up barber if necessary */
      signal (&mutex);              /* release access to 'waiting' */
        wait (&barbers);            /* go to sleep if # of free barbers is 0 */
      get_haircut( );               /* be seated and be serviced */
    } else {
      signal (&mutex);              /* shop is full; do not wait */
    }
}
```