

# **Interazione tra Processi**

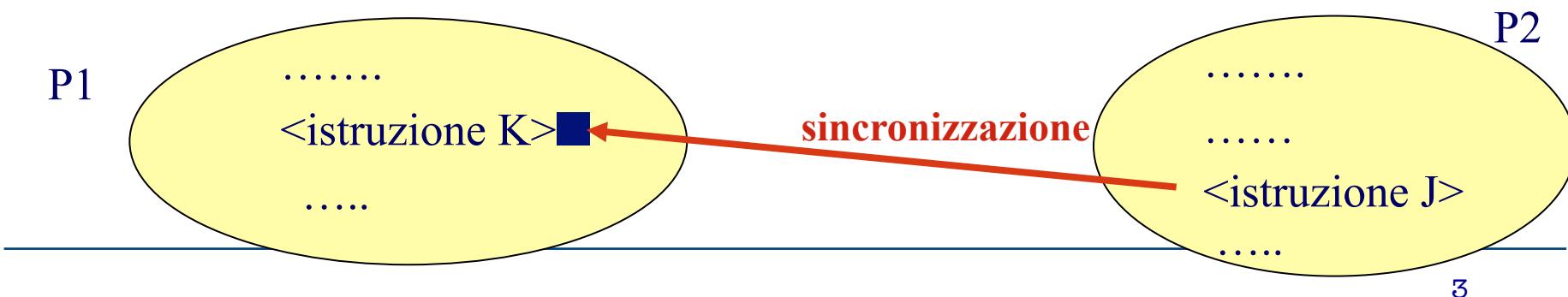
# Processi interagenti

## Classificazione:

- **processi interagenti/indipendenti:**
  - due processi sono **interagenti** se l'esecuzione di un processo è in alcun modo influenzata dall'esecuzione dell'altro processo o viceversa.
  - due processi sono **indipendenti** se l'esecuzione di ognuno non è in alcun modo influenzata dall'altro.
  
- **processi interagenti:**
  - **cooperanti:** i processi interagiscono volontariamente per raggiungere obiettivi comuni (fanno parte della stessa applicazione)
  - **in competizione:** i processi, in generale, non fanno della stessa applicazione, ma interagiscono indirettamente, per l'acquisizione di risorse comuni.

# Processi Interagenti

- L'interazione puo` avvenire mediante due **meccanismi**:
  - ✓ **Comunicazione**: scambio di informazioni tra i processi interagenti.
  - ✓ **Sincronizzazione**: imposizione di vincoli temporali sull'esecuzione dei processi.  
Ad esempio, l'istruzione K del processo P1 puo` essere eseguita soltanto dopo l'istruzione J del processo P2



# Processi Interagenti

- **Realizzazione dell'interazione:** dipende dal modello di processo:
  - **modello ad ambiente locale (processi pesanti):** non c'è condivisione di variabili
    - la comunicazione avviene attraverso **scambio di messaggi**
    - la sincronizzazione avviene attraverso **scambio di eventi (segnali)**
  - **modello ad ambiente globale (*thread*):** più processi possono condividere lo stesso spazio di indirizzamento => possibilità di condividere variabili
    - variabili condivise + strumenti di sincronizzazione (es.*semafori*)

I meccanismi di comunicazione/sincronizzazione  
vengono **realizzati dal sistema operativo**

# Processi interagenti mediante scambio di messaggi

Facciamo riferimento al **modello ad ambiente locale**:

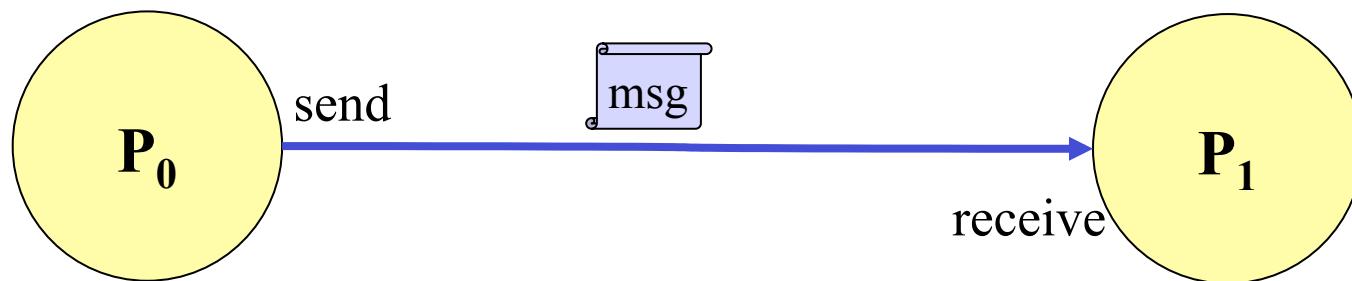
- non vi è memoria condivisa
- i processi possono interagire (*cooperano/competono*)
  - mediante scambio di messaggi: *comunicazione*
  - mediante *scambio di eventi (o segnali)*: *sincronizzazione*

➤ Il Sistema Operativo offre meccanismi a supporto della comunicazione tra processi (*Inter Process Communication*, o IPC).

**Operazioni Necessarie:**

- *send*: spedizione di messaggi da un processo ad altri
- *receive*: ricezione di messaggi

# Scambio di messaggi



Lo scambio di messaggi avviene mediante un  
**canale di comunicazione** tra i due processi

## Caratteristiche del canale:

- monodirezionale, bidirezionale
- uno-a-uno, uno-a-molti, molti-a-uno, molti-a-molti
- capacità
- modalità di creazione: automatica, non automatica

# **Meccanismi di comunicazione tra processi**

## **Aspetti caratterizzanti:**

- caratteristiche del canale
- caratteristiche del messaggio:
  - » dimensione
  - » tipo
- tipo della comunicazione:
  - » diretta o indiretta
  - » simmetrica o asimmetrica
  - » bufferizzata o no
  - » ...

# Naming

## In che modo viene specificata la destinazione di un messaggio?

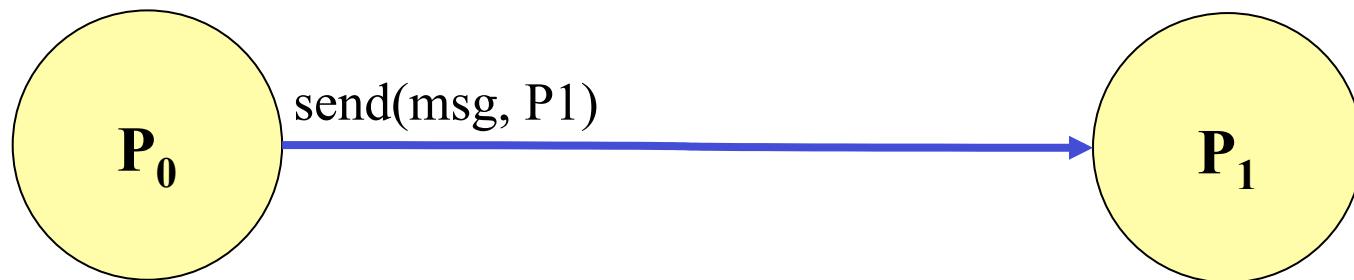
- **Comunicazione diretta:** al messaggio viene associato l'identificatore del processo destinatario (naming esplicito)

**send(Proc, msg)**

- **Comunicazione indiretta:** il messaggio viene indirizzato a una mailbox (contenitore di messaggi) dalla quale il destinatario preleverà il messaggio:

**send(Mailbox, msg)**

# Comunicazione diretta



- Il canale è creato automaticamente tra i due processi che devono *conoscersi* reciprocamente:
  - canale punto-a-punto
  - canale bidirezionale:
    - p0: send(query, P1);
    - p1: send(answ, P0)
  - per ogni coppia di processi esiste un solo canale(<P0, P1>)

# Esempio: Produttore & Consumatore

**Processo produttore P:**

```
pid C =....;  
main()  
{ msg M;  
  do  
  { produco (&M) ;  
    ...  
    send(C, M) ;  
  }while(!fine);  
}
```

**Processo consumatore C:**

```
pid P=....;  
main()  
{ msg M;  
  do  
  {receive(P, &M) ;  
    ...  
    consumo (M) ;  
  }while(!fine);  
}
```

**Comunicazione simmetrica:**

- il destinatario fa il ***naming*** esplicito del mittente

# Comunicazione asimmetrica

## Processo produttore P:

```
....  
main()  
{ msg M;  
  do  
  { produco (&M) ;  
    ...  
    send(C, M) ;  
  }while(!fine) ;  
}
```

## Processo consumatore C:

```
....  
main()  
{ msg M; pid id;  
  do  
  { →receive(&id, &M) ;  
    ...  
    consumo (M) ;  
  }while(!fine) ;  
}
```

## Comunicazione asimmetrica:

- il destinatario non è obbligato a conoscere l'identificatore del mittente: la variabile **id** raccoglie l'identificatore del mittente.

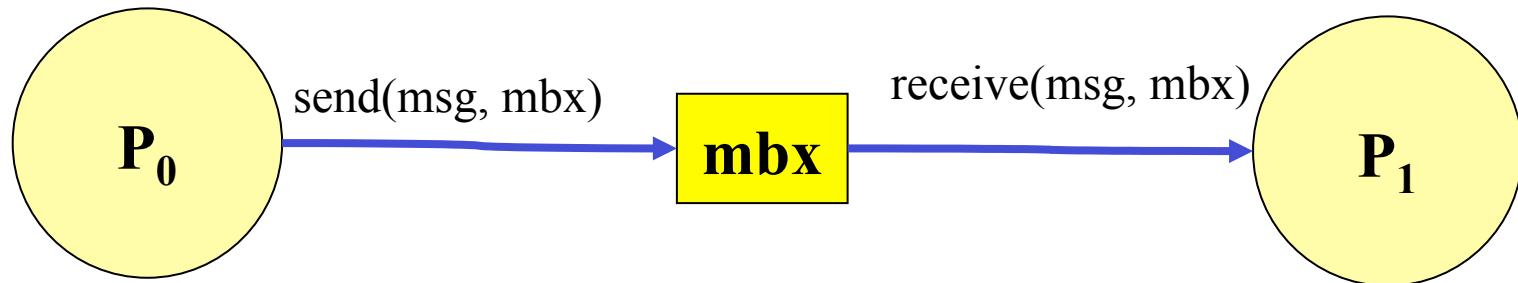
# Comunicazione diretta

## Problema:

- **scarsa modularità:**

- la modifica del nome di un processo implica la revisione di tutte le operazioni di comunicazione
- difficoltà di riutilizzo
- utilità di servizi di directory (name server)

# Comunicazione indiretta



- I processi cooperanti non sono tenuti a conoscersi reciprocamente e si scambiano messaggi depositandoli/prelevandoli da una mailbox *condivisa*.
- La **mailbox** è un canale utilizzabile da più processi che funge da contenitore dei messaggi.

# Comunicazione indiretta

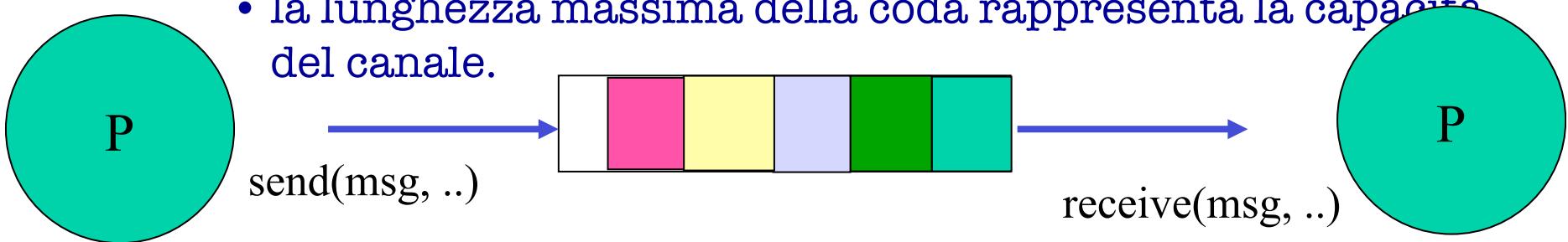
## Proprietà:

- il canale di comunicazione è rappresentato dalla mailbox (non viene creato automaticamente)
- il canale può essere associato a più di 2 processi:
  - » mailbox di sistema: multi-a-multi (come individuare il processo destinatario di un messaggio?)
  - » mailbox del processo destinatario (**porta**): multi-a-uno
- canale bidirezionale:
  - p0: send(query, mbx)
  - p1: send(answ, mbx)
- per ogni coppia di processi possono esistere più canali (uno per ogni mailbox condivisa)

# Buffering del canale

- Ogni canale di comunicazione è caratterizzato da una **capacità**: numero dei messaggi che è in grado di contenere contemporaneamente.
- Gestione secondo politica **FIFO**:

- i messaggi vengono posti in una coda in attesa di essere ricevuti
- la lunghezza massima della coda rappresenta la capacità del canale.



# Buffering del canale

- **Capacità nulla:** non vi è accodamento perchè il canale non è in grado di gestire messaggi in attesa
  - processo mittente e destinatario devono **sincronizzarsi** all'atto di spedire (send) / ricevere (receive) il messaggio: comunicazione **sincrona** o **rendez vous**
  - **send e receive** possono essere **sospensive**:



# Buffering del canale

- **Capacità non nulla (limitata)**: esiste un limite  $N$  alla dimensione della coda:
  - se la coda **non è piena**, un nuovo messaggio viene posto in fondo
  - se la coda **è piena**: la send è sospensiva
  - se la coda **è vuota**: la receive può essere sospensiva
- [ **Capacità illimitata**: lunghezza della coda teoricamente infinita: non c'è possibilità di sospensione.]

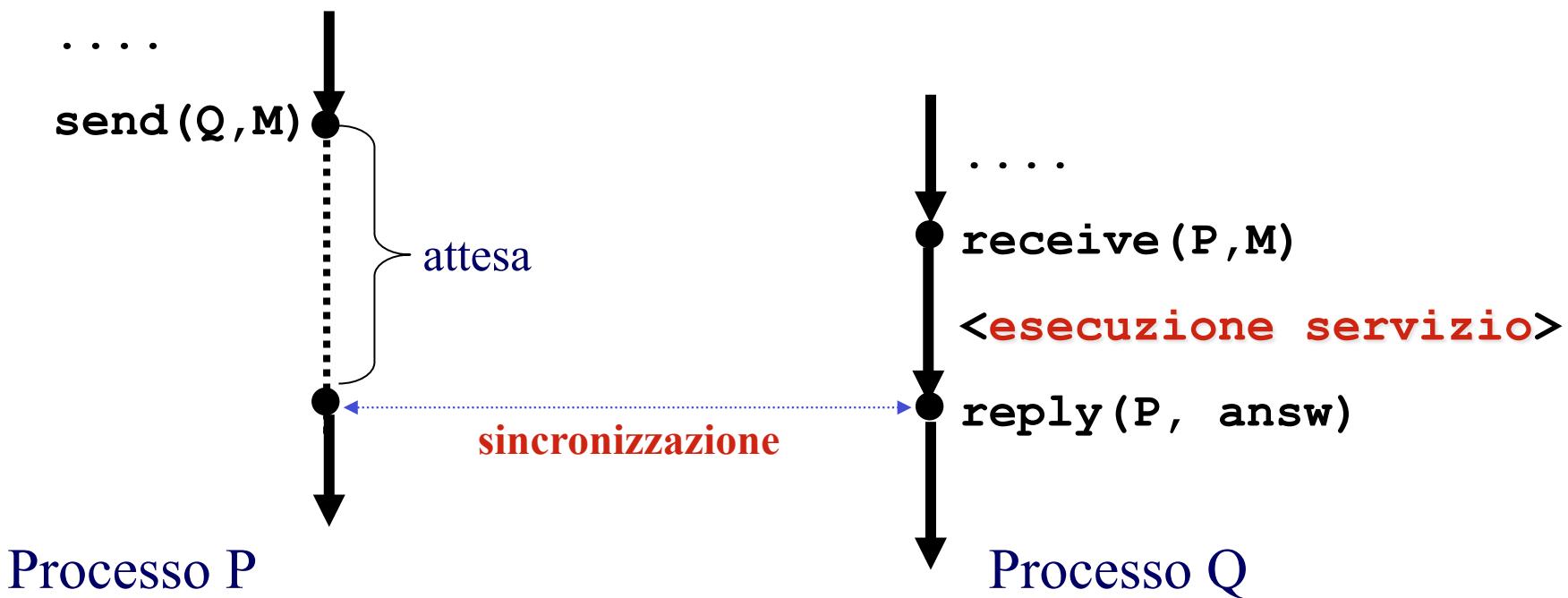
## **Send sincrona/asincrona**

Quindi, a seconda della capacità del canale, la send può essere sospensiva o no:

- **Canale a Capacità nulla: Send sincrona**
  - Se il destinatario non è pronto per ricevere il messaggio, il mittente attende.
- **Canale a Capacità non nulla: Send asincrona**
  - La send non è sospensiva: il mittente deposita il messaggio nel canale e continua la sua esecuzione.

# Remote Procedure Call (RPC)

- È un tipo di comunicazione sincrona, in cui il mittente si sospende fino a che il destinatario non restituisce una risposta (**reply**) al messaggio inviato:
  - il messaggio potrebbe richiedere l' esecuzione di un **servizio**



# Caratteristiche della comunicazione tra processi Unix

- Due meccanismi di comunicazione:
  - **pipe**: comunicazione locale (nell'ambito della stessa gerarchia di processi)
  - **socket**: comunicazione in ambiente distribuito (tra processi in esecuzione su nodi diversi di una rete)
- **Pipe**: comunicazione
  - » **indiretta** (senza naming esplicito)
  - » canale **unidirezionale** multi-a-multi
  - » **bufferizzata** (capacità limitata): possibilità di sospensione sia per mittenti che per destinatari.

# Sincronizzazione tra processi

Si è visto che due processi possono interagire per:

- **cooperare**: i processi interagiscono allo scopo di perseguire un obiettivo comune
  - **competere**:
    - ✓ i processi possono essere logicamente indipendenti,  
**ma**
    - ✓ necessitano della stessa **risorsa** (dispositivo, file, variabile, ecc.) per la quale sono stati dei vincoli di accesso: ad esempio:
      - » gli accessi dei due processi alla risorsa devono escludersi mutuamente nel tempo (**Mutua Esclusione** nell'accesso alla risorsa)
- In entrambi i casi è necessario disporre di **strumenti di sincronizzazione**.

# Sincronizzazione tra processi

**La sincronizzazione permette di imporre vincoli sulle operazioni dei processi interagenti.**

## Ad Esempio:

### Nella cooperazione:

- ❑ Per imporre un particolare ordine cronologico alle azioni eseguite dai processi interagenti.
- ❑ Per garantire che le operazioni di comunicazione avvengano secondo un ordine prefissato.

### Nella competizione:

- ❑ Per garantire la mutua esclusione dei processi nell'accesso alla risorsa condivisa.
- ❑ Per realizzare politiche di accesso alle risorse condivise

# Sincronizzazione tra processi nel modello ad ambiente locale

**In questo ambiente non vi e` la possibilita` di condividere memoria:**

- Gli accessi alle risorse "condivise" vengono controllati e coordinati dal sistema operativo.
- La sincronizzazione avviene mediante meccanismi offerti dal sistema operativo che consentono la notifica di “eventi” asincroni (privi di contenuto informativo) tra un processo ed altri:
  - **Es. segnali unix**

# Sincronizzazione tra processi nel modello ad ambiente globale

- Facciamo riferimento a processi che possono condividere variabili (**modello ad ambiente globale**, o a memoria condivisa) per descrivere alcuni strumenti di sincronizzazione tra processi.

## In questo ambiente:

- **cooperazione**: lo scambio di messaggi avviene attraverso strutture dati condivise (ad es., mailbox)
  - **competizione**: le risorse sono rappresentate da variabili condivise (ad esempio, puntatori a file)
- In entrambi i casi è necessario sincronizzare i processi per coordinarli nell'accesso alla memoria condivisa.

**Ad es:** Un oggetto **condiviso** non può essere acceduto da più di un processo alla volta (**problema della mutua esclusione**).