PCAD
Programmazione Concorrente
Algoritmi Distribuiti

Arnaud Sangnier
arnaud.sangnier@unige.it

INTRODUZIONE

Informazioni

- **Due corsi a settimana:**
  - Lunedì: 11:00 -> 13:00 in aula 505
  - Mercoledì: 11:00 -> 13:00 in aula
- **Laboratori:**
  - Avvolte il mercoledì: sarete avvisati il lunedì prima in lezione e su Aulaweb
- **Pagina aulaweb:**

  https://moodle.u-paris.fr/course/view.php?id=1633
- **Evaluazione:**
  - Un esame scritto di 2 ore e punti bonus (massimo 2) se rendete i laboratori (potete farle in coppia)

Comunicazione

- Mi potete scrivere a: **arnaud.angnier@unige.it**

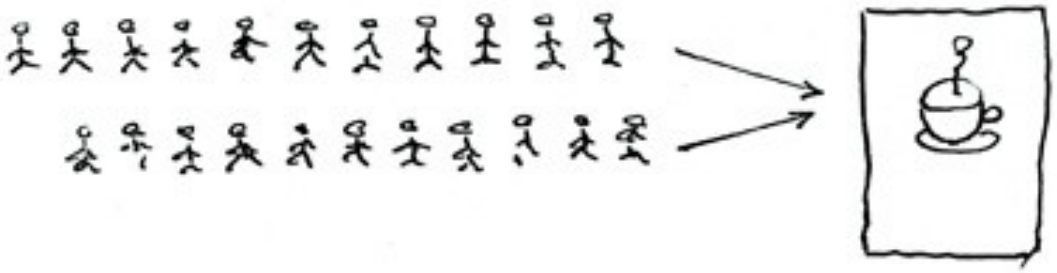
- Leggo i miei mail ogni giorno e rispondo entro 24 ore (lavorativi)
  - Rispettare le regole di buon educazione nei vostri mail
  - Non dimenticate di **firmarle** e di specificare per quale materia mi scrivete etc

- **Non mandatemi programmi scritti nel corpo dei mail !!!! -> Mandate il codice in file separati**

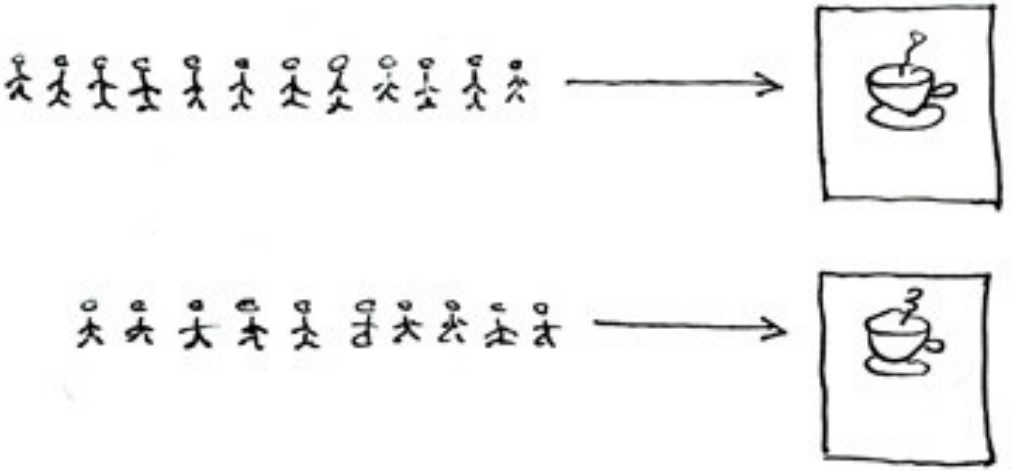
Obiettivi del corso

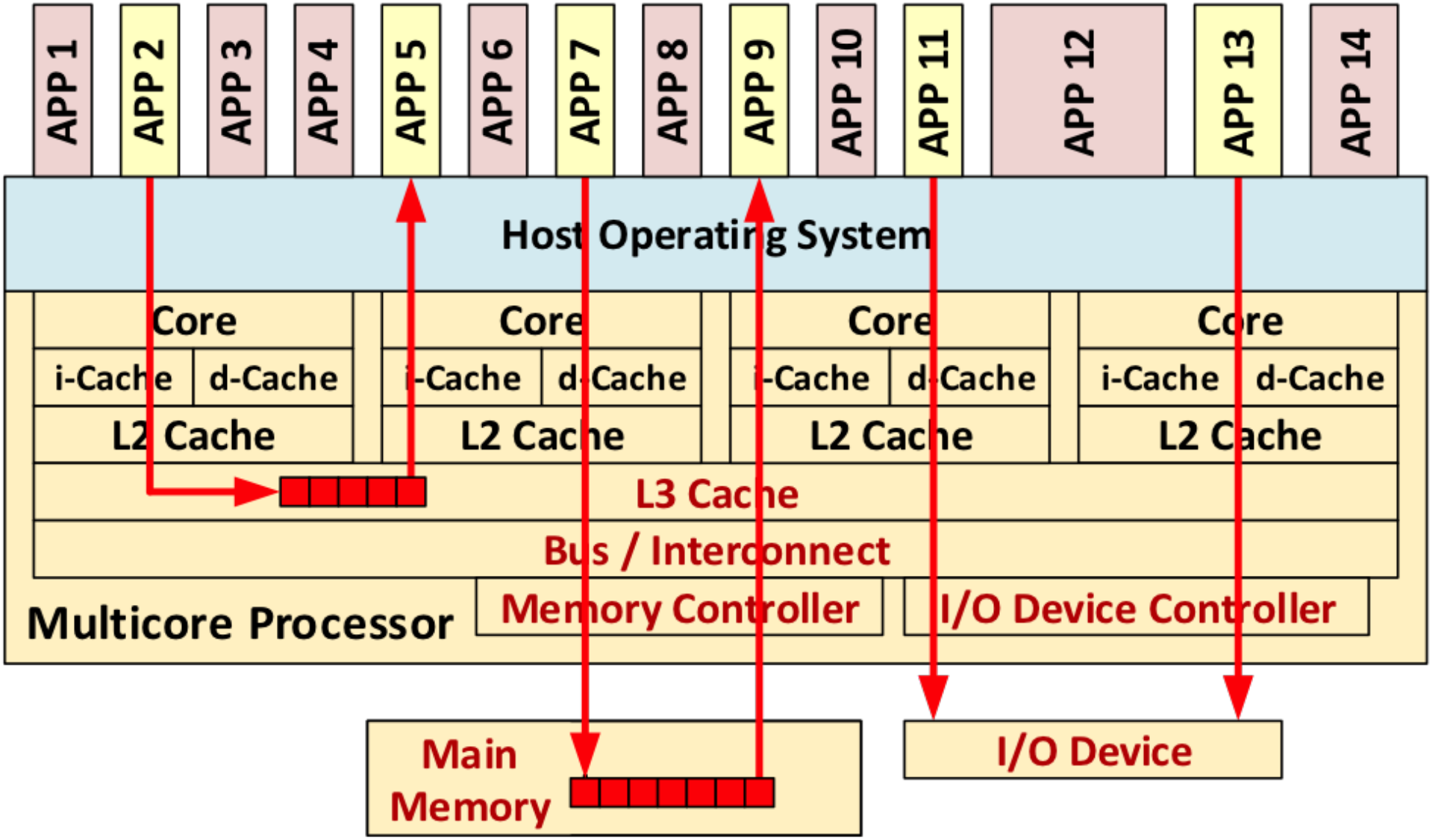
- Capire che cosa è la concorrenza nei sistemi informatici
- Capire perché è complesso
- Imparare le soluzione esistente per scrivere programmi concorrenti
- Imparare i paradigmi della programmazione concorrente
- Imparare algoritmi classici e le loro prove di correttezze
- Scrivere applicazione distribuiti in C e in Java

Concurrent = Two Queues One Coffee Machine



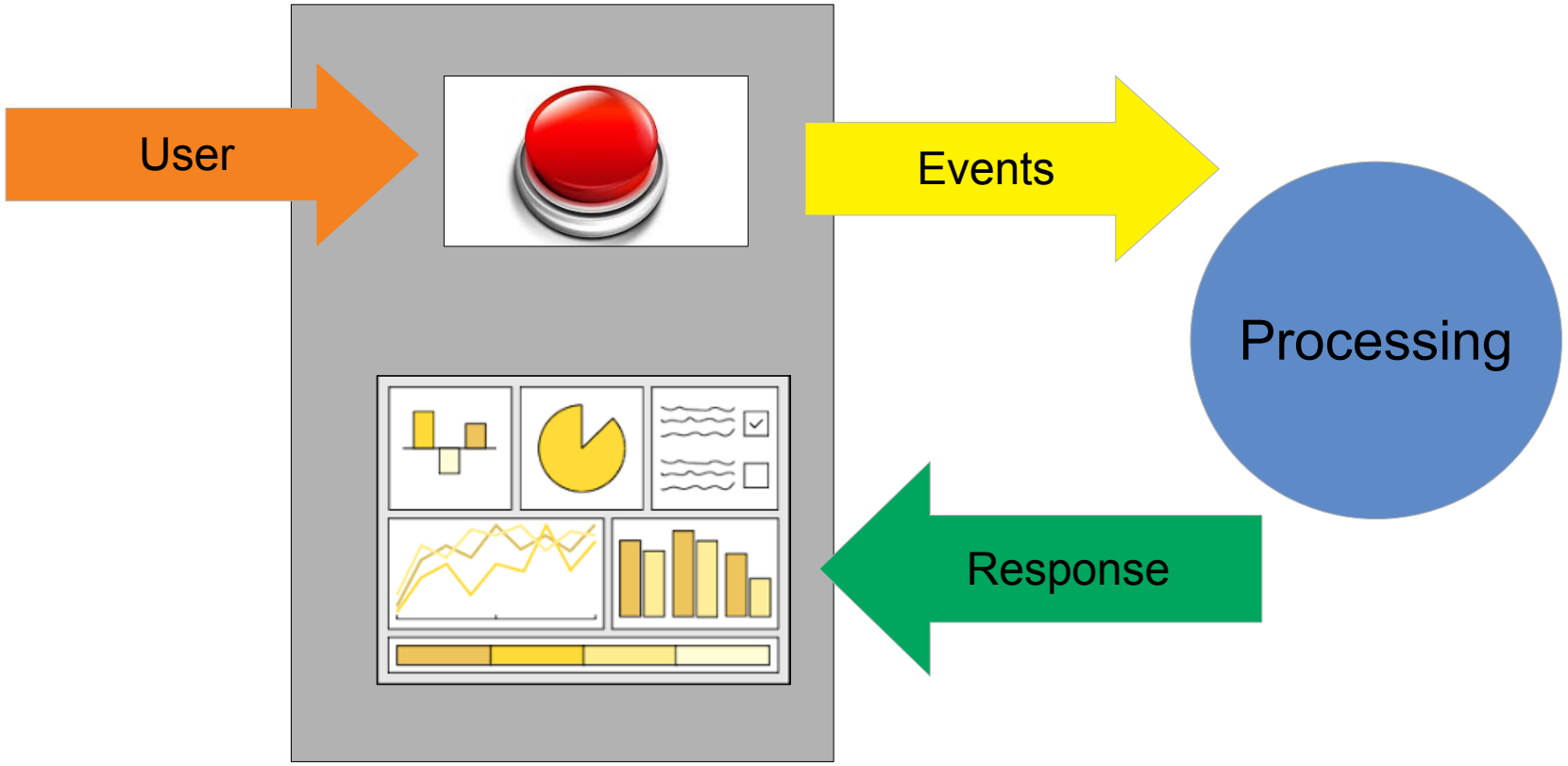
Parallel = Two Queues Two Coffee Machines



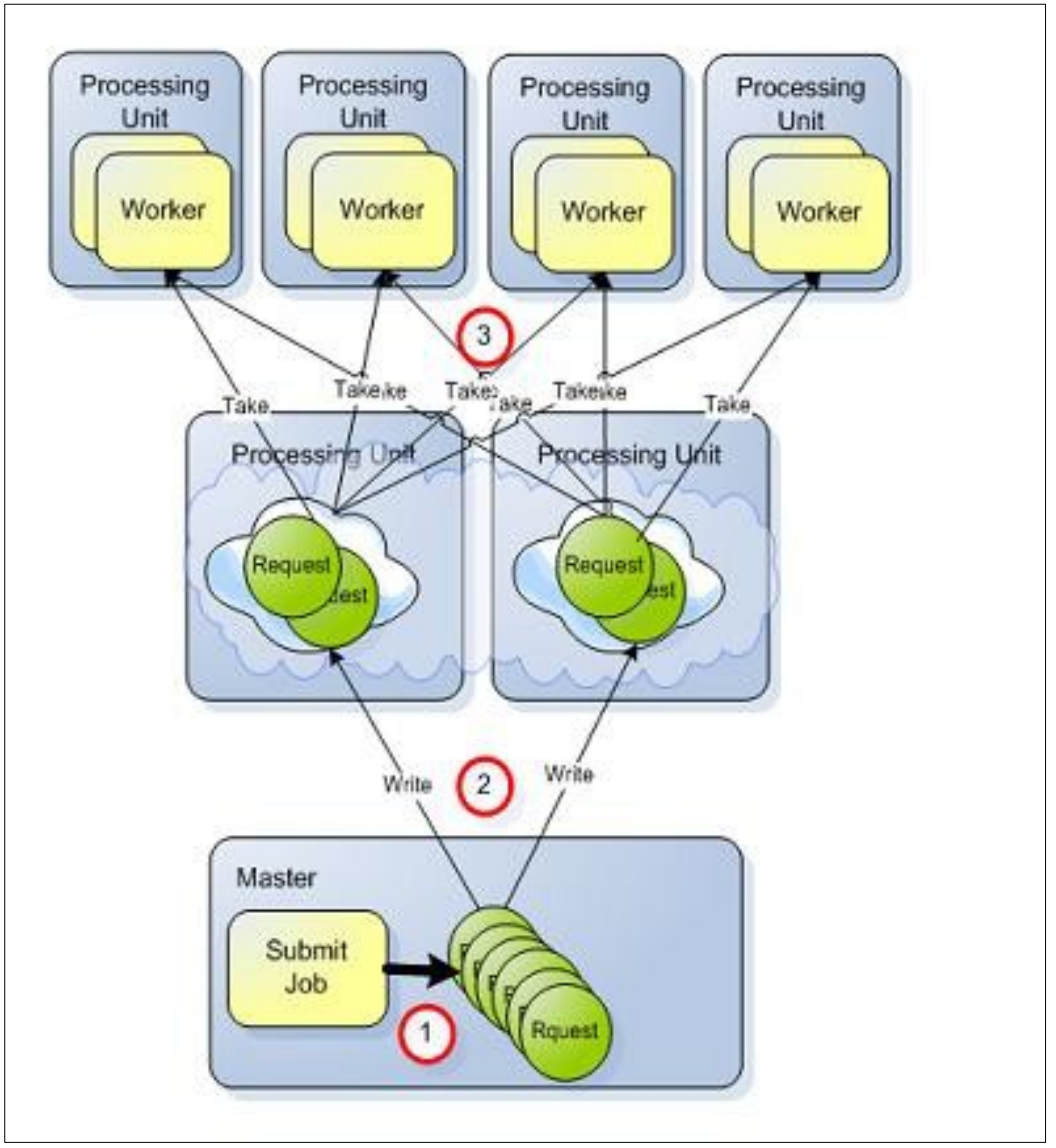


Architeturra multicore

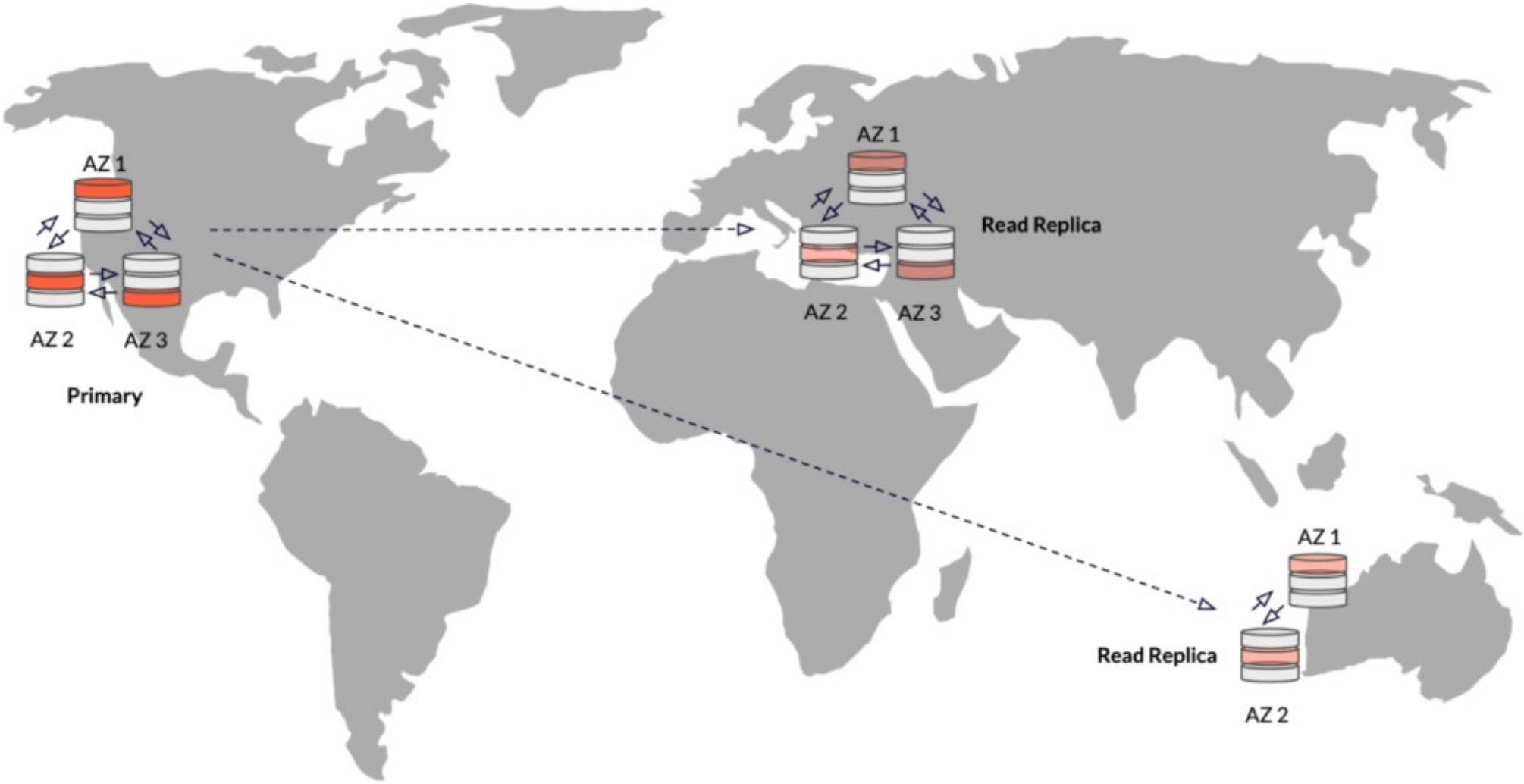
Browser/GUI



Model View Controller (MVC)



Computing Cluster



Replicated database

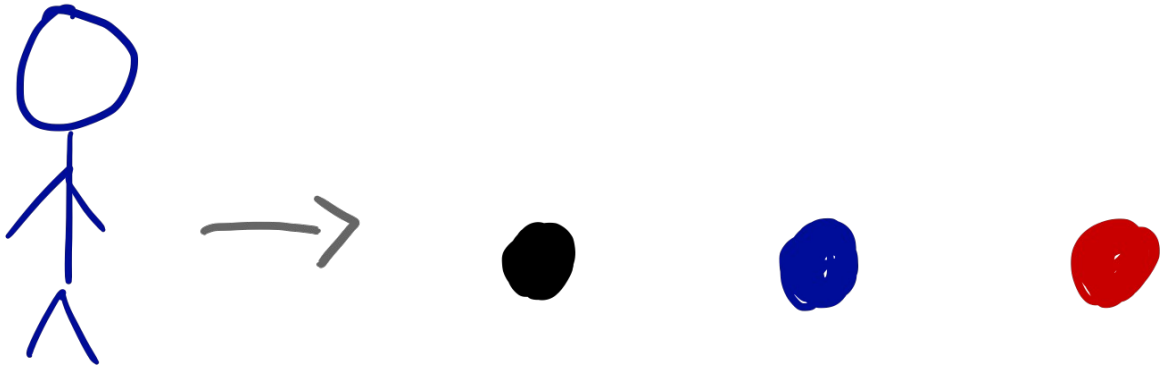
Perché ?

- Perché usare/sviluppare sistemi concorrenti/distribuiti?
  - Per essere più efficiente
  - Per distribuire dei dati, condividere delle risorse, per usare reti di computer
  - Per comunicare
- Fine della Legge di Moore

  “il numero di transistori nei processori raddoppia ogni 18 mesi”
- Ora non possiamo più aggiungerne per problemi di limite fisici
- Gia negli anni 2000, un processore non bastava più e eravamo passati ad architetture multi processori

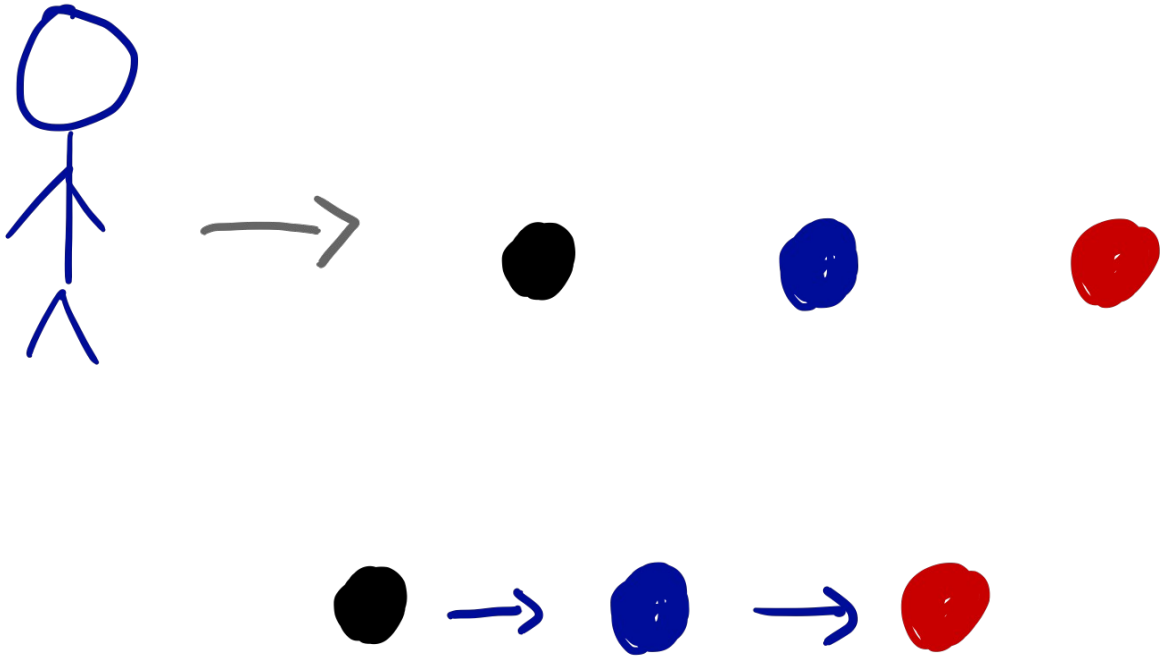
Perché è difficile concettualmente

- In che ordine saranno prese le palline ?



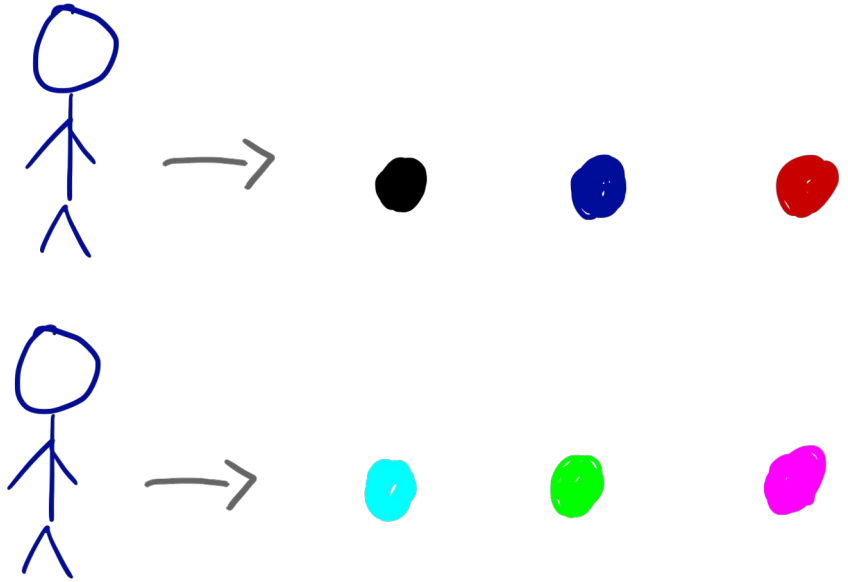
Perché è difficile concettualmente

- In che ordine saranno prese le palline ?



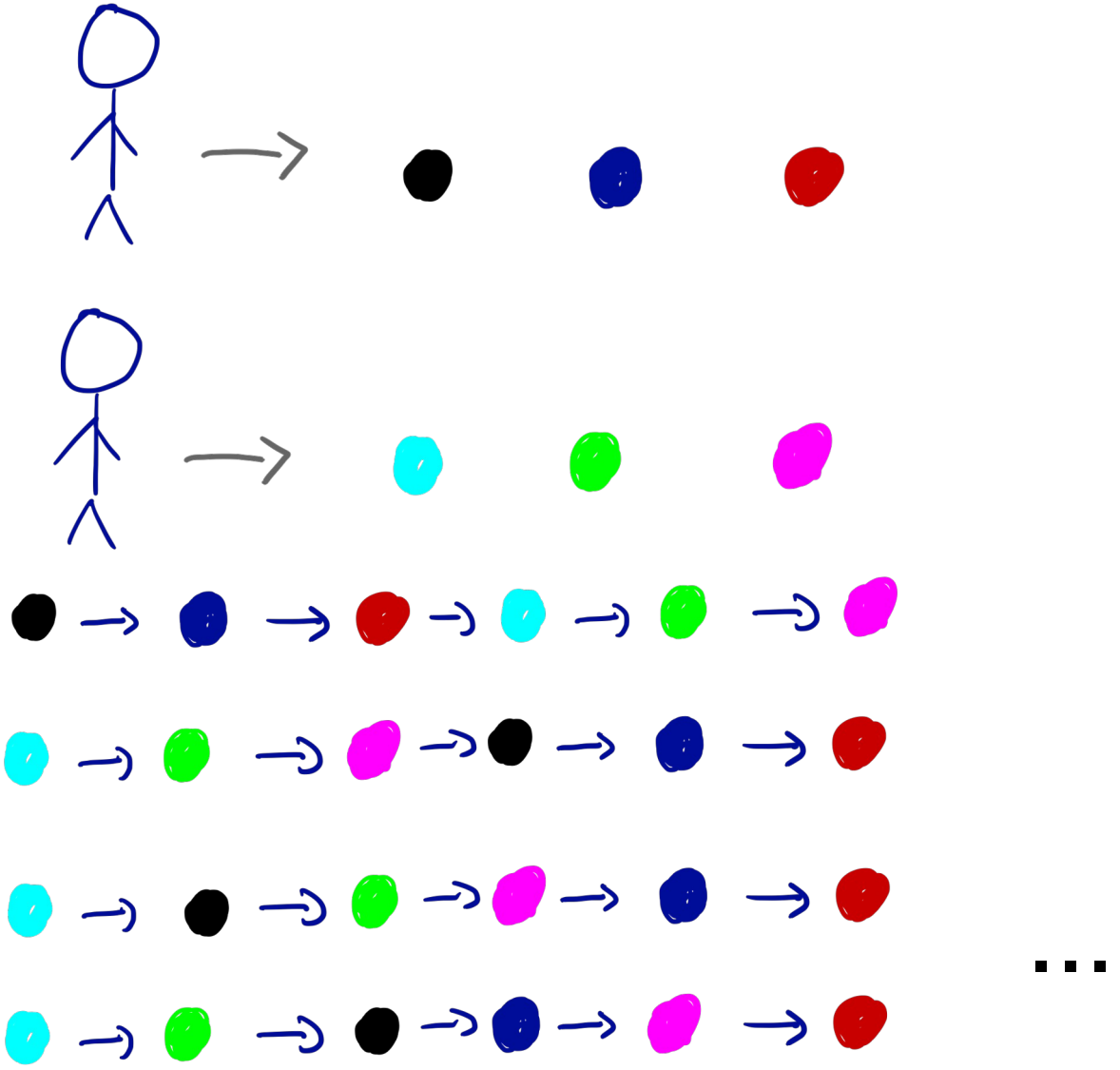
Perché è difficile concettualmente

- In che ordine saranno prese le palline ?



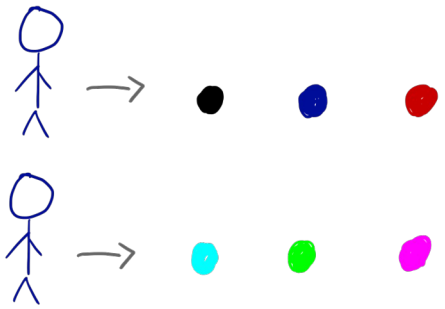
Perché è difficile concettualmente

- In che ordine saranno prese le palline ?

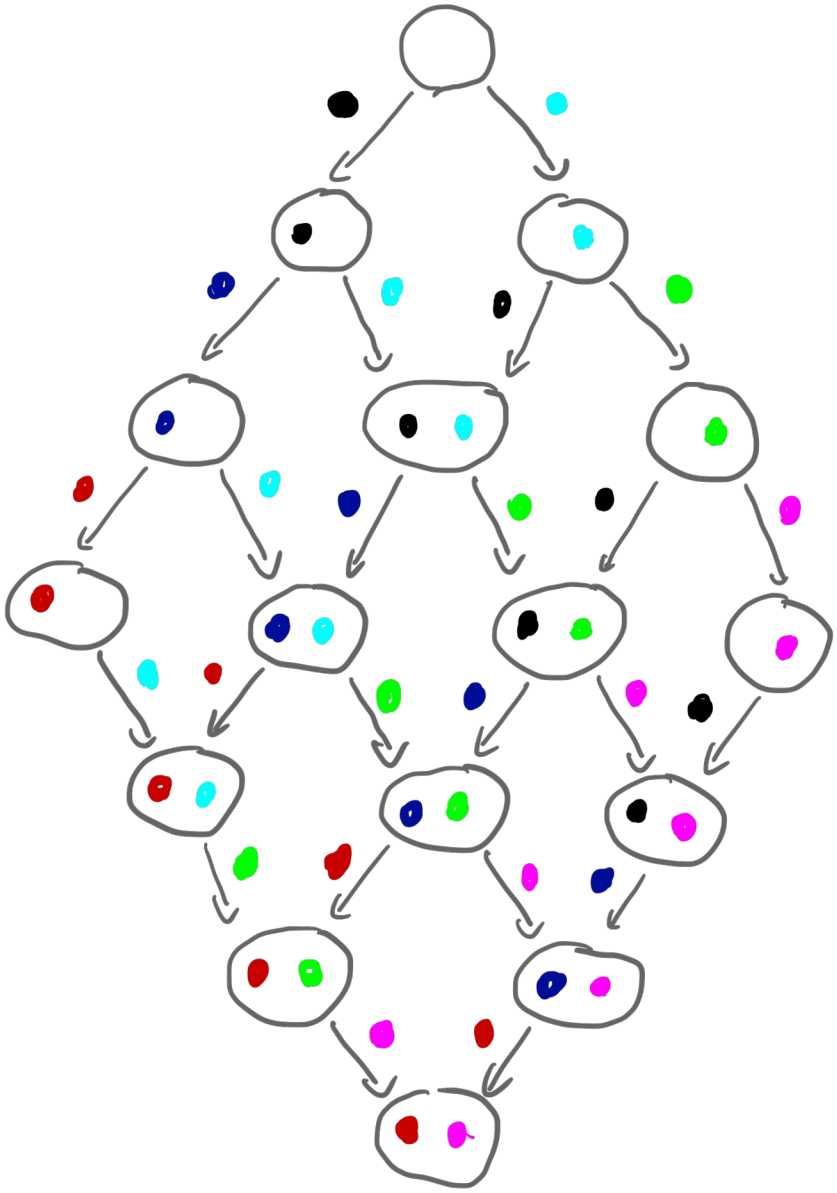


...

Perché è difficile concettualmente



Grande numero di possibilità



Perché è difficile concettualmente

- Se ho n uomini e m palline, quante possibilità ?
  - (n*m)!/ (m!)^n
- Per il nostro esempio, fa : 6!/ (3!)^2 = 720/36 = 20
- Questo numero cresce molto velociamente, per esempio con:
  - 4 palline : 40320 / 576 = 70
  - 5 palline : 3628800 / 14400 = 252

Rapporto con la programmazione

```
Process P1:
int x,y
a1 : x=10 ;
a2 : y=20
```

```
Process P2 :
int u,v
b1 : u=3;
b2 : v=56
b3 : u=10 ;
```

Tanti ordine di esecuzione possibili

a1,a2,b1,b2,b3
b1,b2,b3,a1,a2
a1,b1,a2,b2,b3
a1,b1,b2,a2,b3
a1,b1,b2,b3,a3
...

Perché è difficile concettualmente

- Alice ha un gatto e Bob ha un cane
- Condividono un giardino gigante
- Vogliono ciascuno fare uscire il loro animale nel giardino ma mai allo stesso momento
- Devono mettersi d'accordo su quando possono fare uscire il loro animale
  - Problema di **mutua esclusione**
- Non basta guardare il giardino (è troppo grande)
- Urlare dalla finestra o usare telefonino non fuziona, cosa succede se l'altro non risponde ?
- Si mettono d'accordo su un **protocollo** dove ciascuno ha una bandiera alla finestra

Perché è difficile concettualmente

Alice vuole lasciare il gatto :

1. Alza la bandiera
2. Aspetta che la bandiera di Bob sia bassa
3. Libera il gatto
4. Quando il gatto torna, abasssa la bandiera

Bob vuole lasciare il cane :

1. Alza la bandiera
2. Aspetta che la bandiera di Bob sia bassa
3. Libera il gatto
4. Quando il gatto torna, abasssa la bandiera

Perché è difficile concettualmente

Alice vuole lasciare il gatto :

1. Alza la bandiera
2. Aspetta che la bandiera di Bob sia bassa
3. Libera il gatto
4. Quando il gatto torna, abasssa la bandiera

Bob vuole lasciare il cane :

1. Alza la bandiera
2. Aspetta che la bandiera di Bob sia bassa
3. Libera il cane
4. Quando il cane torna, abasssa la bandiera

Problem: cosa succede se alzano entrambi la loro bandiera => DEADLOCK

Perché è difficile concettualmente

Alice vuole lasciare il gatto :

1. Alza la bandiera
2. Aspetta che la bandiera di Bob sia bassa
3. Libera il gatto
4. Quando il gatto torna, abbassa la bandiera

Questo protocollo garantisce la mutua esclusione nel giardino ?

Bob vuole lasciare il cane :

1. Alza la bandiera
2. Finche la bandiera di Alice è alta :
   - 2.a Abassa la bandiera
   - 2.b Aspetta che si abassa la bandiera di Alice
   - 2.c Alza la bandiera
3. Libera il cane
4. Quando il cane torna, abbassa la bandiera

Perché è difficile concettualmente

Alice vuole lasciare il gatto :

1. Alza la bandiera
2. Aspetta che la bandiera di Bob sia bassa
3. Libera il gatto
4. Quando il gatto torna, abbassa la bandiera

Bob vuole lasciare il cane :

1. Alza la bandiera
2. Finche la bandiera di Alice è alta :
   - 2.a Abassa la bandiera
   - 2.b Aspetta che si abassa la bandiera di Alice
   - 2.c Alza la bandiera
3. Libera il cane
4. Quando il cane torna, abbassa la bandiera

Questo protocollo garantisce la mutua esclusione nel giardino ?
=> SI

Si dimostra via contraddizione

Perché è difficile concettualmente

Alice vuole lasciare il gatto :

1. Alza la bandiera
2. Aspetta che la bandiera di Bob sia bassa
3. Libera il gatto
4. Quando il gatto torna, abbassa la bandiera

Bob vuole lasciare il cane :

1. Alza la bandiera
2. Finche la bandiera di Alice è alta :
   - 2.a Abbassa la bandiera
   - 2.b Aspetta che si abbassa la bandiera di Alice
   - 2.c Alza la bandiera
3. Libera il cane
4. Quando il cane torna, abbassa la bandiera

Questo protocollo garantisce l'assenza di deadlock nel giardino ?
=> SI

Si dimostra via contraddizione

Che cosa è un programma concorrente

- È un insieme di **programmi sequenziali (processi)** che si eseguono in **parallelo** e che **comunicano**
- **Parallelismo:**
  - programmi che si eseguono su processori diversi
  - ma anche programmi multi-task che si eseguono sullo stesso processore (illusione del parallelismo)
- **Comunicazione:**
  - scambio di dati (tramite messaggi o memoria condivisa)
  - sincronizzazione

    => via **memoria condivisa** o via **scambio di messaggi**

Esecuzione concorrente

- Esecuzione di un programma concorrente
  - Insieme di processi (programmi sequenziali)
  - Ciascuno processo dispone di un insieme di **istruzioni atomiche**
  - Ogni processo ha un ‘puntatore’ verso la prossima istruzione da eseguire
  - L’esecuzione del programma concorrente è un **arbitrario intreccio** delle istruzioni dei vari processi (**interleaving**)
  - Durante una esecuzione, la prossima istruzione è dunque scelta fra quelle puntate dai vari processi

=> Tanti scenari possibili

Comunicazione via memoria condivisa

- I processi hanno un accesso comune alla memoria.
  - Accesso tramite variabile semplice condivise dove che possono essere **lette** o **scritte**
    - Bisogna ad essere attento come è gestito l'accesso a queste variabile (transazione **atomica** o non atomica)
    - Varii casi possibili:
      - Variabile in lettura e scrittura per più processi
        => '**Multiple Reader/Multiple Writer**'
      - Variabile in lettura per più processi ma in scrittura per solo un processo
        => '**Multiple Reader/Single Writer**'
  - Accesso tramite strutture più complesse (semafori, monitori, variabile di condizione, ...)

Esecuzione concorrente

int n=0; //variabile condivisa

```
Process P1

int x;
a1: x=1;
a2: n=x;
```

```
Process P2

int u;
b1: u=2;
b2: n=u;
```