UNIVERSITÀ DI PARMA

Le Funzioni

E Pluribus Unum

Autore Ignoto, Moretum, I sec. A.C.

Sommario

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Modularità
- Le funzioni predefinite
  - La libreria standard del C
- Definire una funzione
  - Tipo restituito
  - Parametri Formali
  - Passaggio dei dati
  - I prototipi
- La Ricorsione

Cosa è una funzione

UNIVERSITÀ DI PARMA

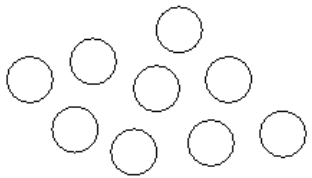
- Una funzione è un insieme di istruzioni del linguaggio
- Tutti i linguaggi di alto livello permettono l'utilizzo di funzioni o procedure.
- Operazioni piú complesse di quelle base del linguaggio

Motivazioni

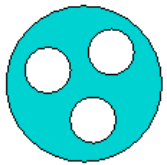
UNIVERSITÀ DI PARMA

- **Fattorizzazione:** una funzione può essere definita una singola volta ma usata un numero qualunque di volte
  - Riduco dimensione codice ⟶ maggior efficienza
- **Facilità di modifica:** viene ridotta la ridondanza
  - Modifico/miglioro/correggo codice in un solo punto
- **Migliore leggibilità:** si possono isolare i dettagli del codice
  - L'uso delle funzioni può essere autoesplicativo

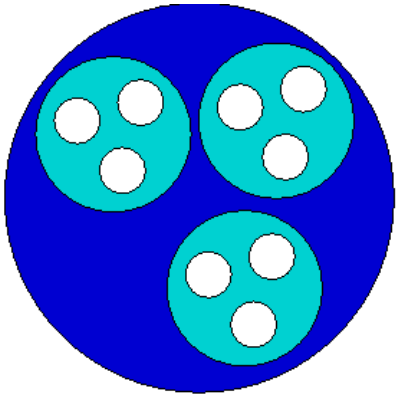
Livelli di Software



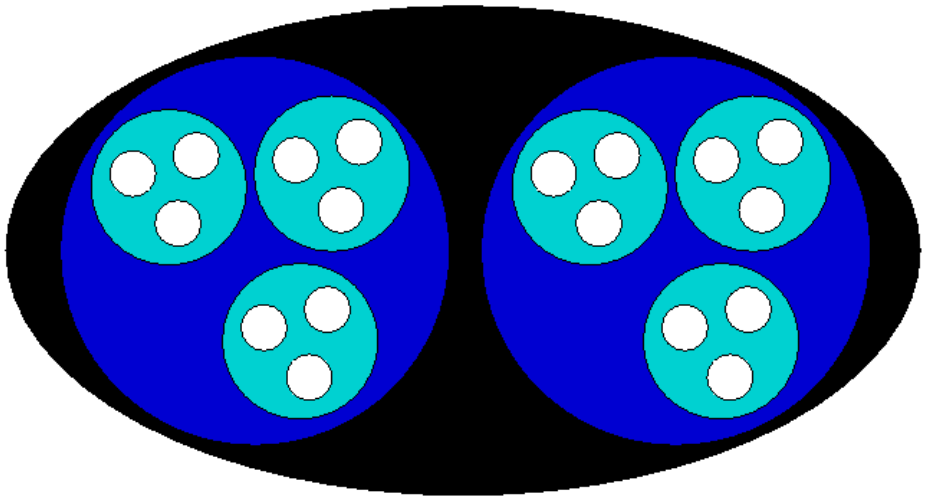
Istruzioni macchina



Istruzioni del linguaggio

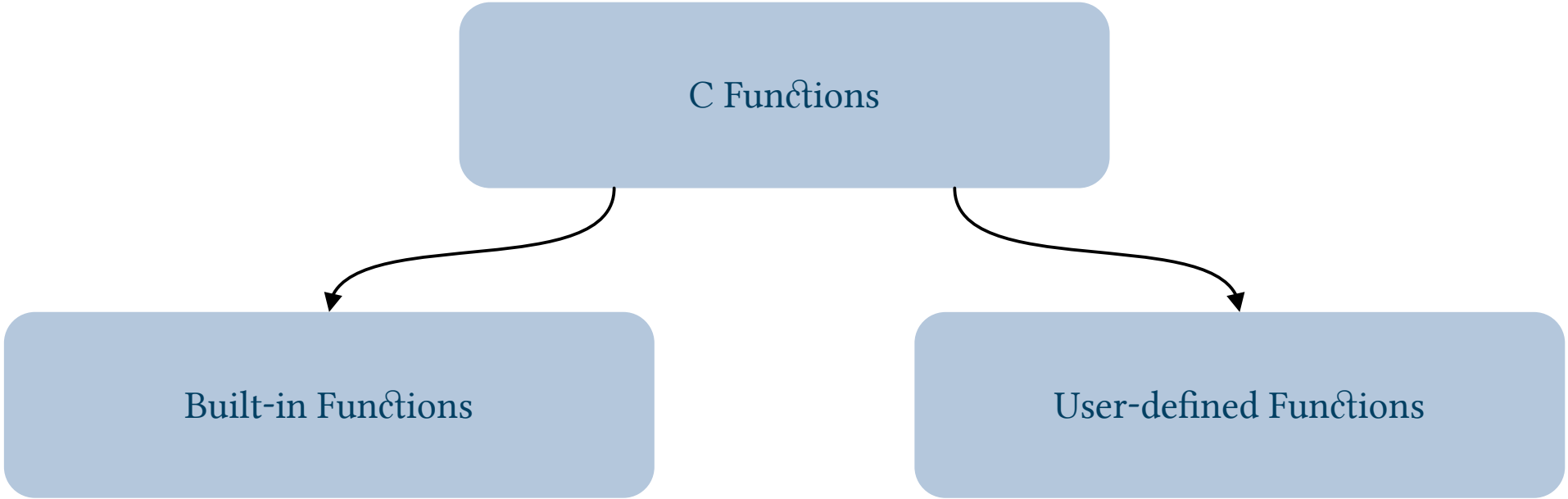


Funzioni



Programma

Le Funzioni in C

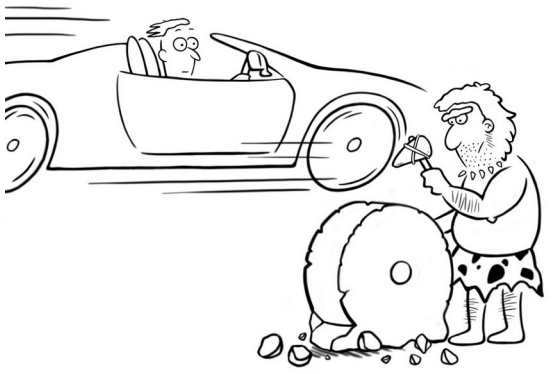



```
printf()
scanf()
malloc()
rand()
...
```

Le funzioni predefinite del C

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Non reinventare la ruota!
- La *C Standard Library* fornisce numerose funzioni predefinite
  - Conoscere la loro esistenza…
  - Includere header opportuno
  - Usarle!



Le funzioni predefinite del C

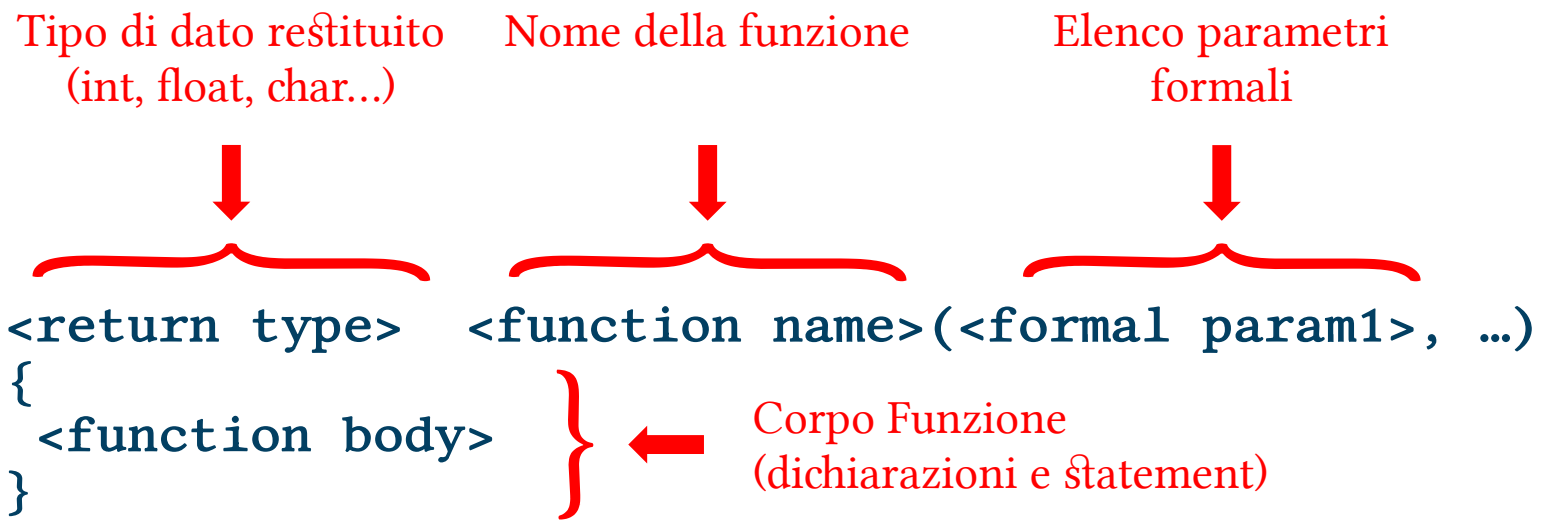
UNIVERSITÀ DI PARMA

- Principali header
  - `stdlib.h` → utilità generale (I/O, memoria,tipi di dato, ricerca...)
  - `string.h` → funzioni di stringa
  - `math.h` → funzioni matematiche
  - `time.h` → gestione ora, data...
  - `ctype.h` → caratteri

Definire una nuova funzione

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Già fatto… → la main()!



Definire una nuova funzione

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Tipo di dato restituito
  - Quelli già visti… e quelli che vedremo!
  - Nel caso di puntatori → *
  - E se non devo restituire nessun dato?
    - Void
- Nome
  - Regole già viste per le variabili
  - Opportunamente mnemonico!

Definire una nuova funzione

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Elenco parametri formali
  - Lista separata da “,”
  - Specificare tipo e nome
  - Se non necessari ⟶ void

Definire una nuova funzione

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Corpo funzione
  - Racchiuso tra { }
  - Codice che realizza funzione
  - Può essere anche vuoto
    - Utile in fasi iniziali sviluppo
  - Se restituisco qualcosa obbligo `return`

Prototipo di una funzione

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Il compilatore quando incontra una chiamata a funzione deve sapere di che funzione si tratta
  - Il codice viene letto dall'alto in basso
  - Non sempre possibile definire una funzione prima di una sua chiamata
- Soluzione ⟶ riga di definizione della funzione (prototipo)

Chiamare una funzione

UNIVERSITÀ DI PARMA

- L'invocazione di una funzione definita da noi segue le stesse regole già viste per le funzioni predefinite
  - Devo passare un numero e un tipo di argomenti coerenti con i parametri della funzione
    - Attenzione alle conversioni di tipo!

Parametri e Argomenti

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Quando invoco una funzione → argomenti
  - O anche “parametri attuali” o “effettivi”
  - Valori passati ad una funzione
- Nella definizione di una funzione → parametri formali
  - Di fatto variabili locali alla funzione
  - A loro viene assegnato il valore degli argomenti

Parametri e Argomenti

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Passaggio argomenti, due modalità
  - Per valore
  - Per indirizzo

Parametri e Argomenti

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Passaggio argomenti, per valore
  - È il default per tutti i dati ad eccezione degli array
  - Viene creata una copia dell'argomento
  - La funzione quindi lavora su copie, non sul dato originale
  - Impossibile agire su variabili passate alla funzione

Parametri e Argomenti

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Passaggio argomenti per indirizzo
  - È il default per gli array
  - Viene passato alla funzione l'indirizzo del dato
  - Attenzione al tipo di dato!
  - La funzione può modificare il dato originale
    - Effetti collaterali

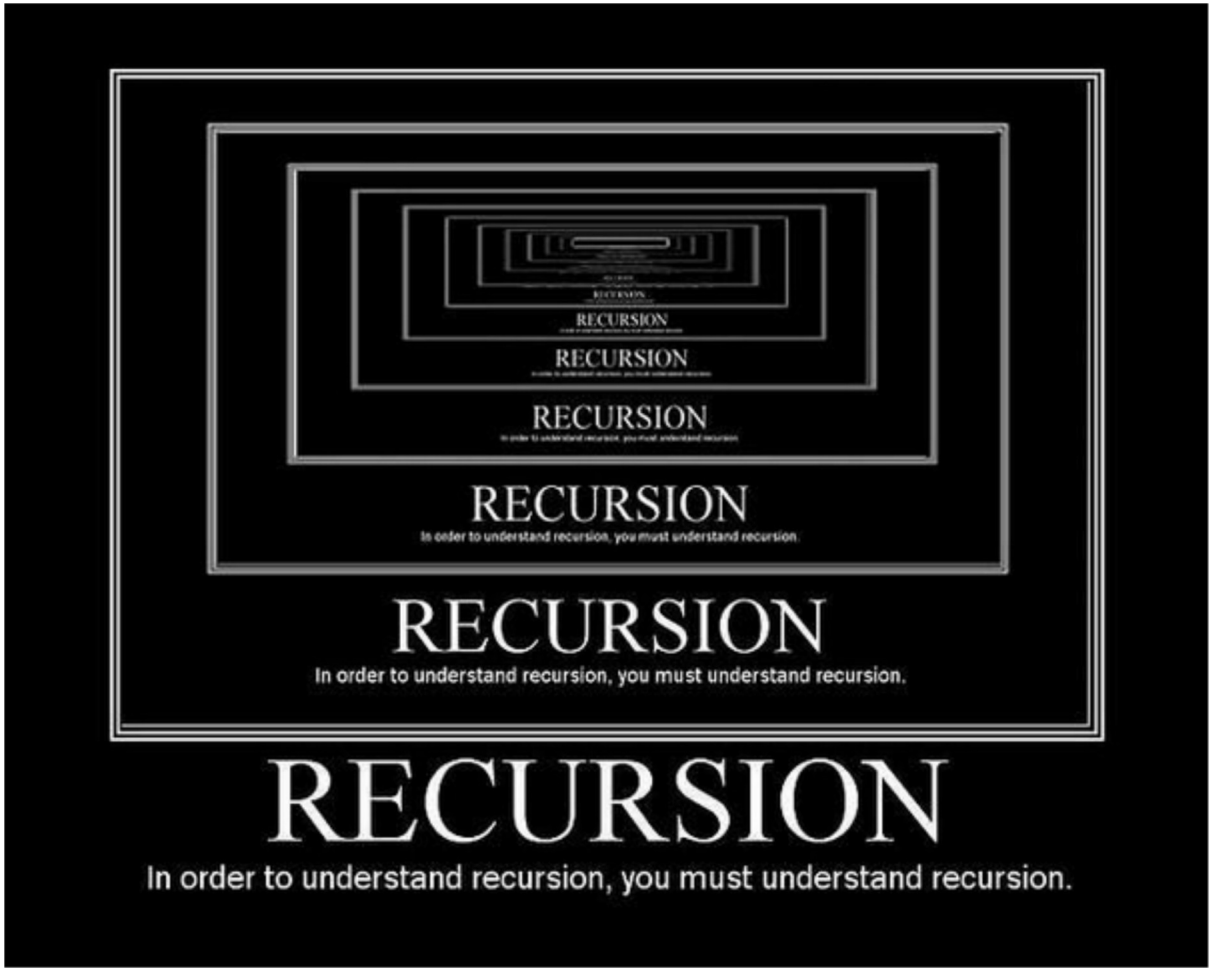
return

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Permette
  - Uscita funzione e
  - Restituzione valore per funzioni non void
- Non obbligatorio per funzioni non void
- Può restituire uno e un solo valore

```
return (<espressione>);
```

La Ricorsione



La Ricorsione

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Approccio molto elegante e semplice che permette di risolvere problemi anche complessi
- La ricorsione si può applicare a tutti quei problemi in cui la risoluzione dipende dalla risoluzione dello stesso problema però di ordine di grandezza inferiore ovvero piú semplice
- Esempio: il fattoriale

$$n! = n \cdot (n-1)!$$

- Esempio: fattoriale
  - Il fattoriale di *n* lo posso calcolare come funzione del fattoriale di *n-1*
  - Esistono inoltre casi specifici

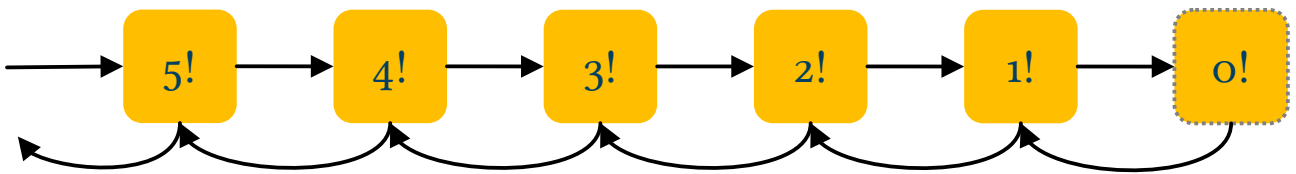
$$n! = \begin{cases} 1 & \text{per } n = 0 \\ n \cdot (n-1)! & \text{per } n > 1 \end{cases}$$

- Una soluzione ricorsiva di un problema è facilmente trasponibile in codice
- **Funzione che chiama se stessa!**

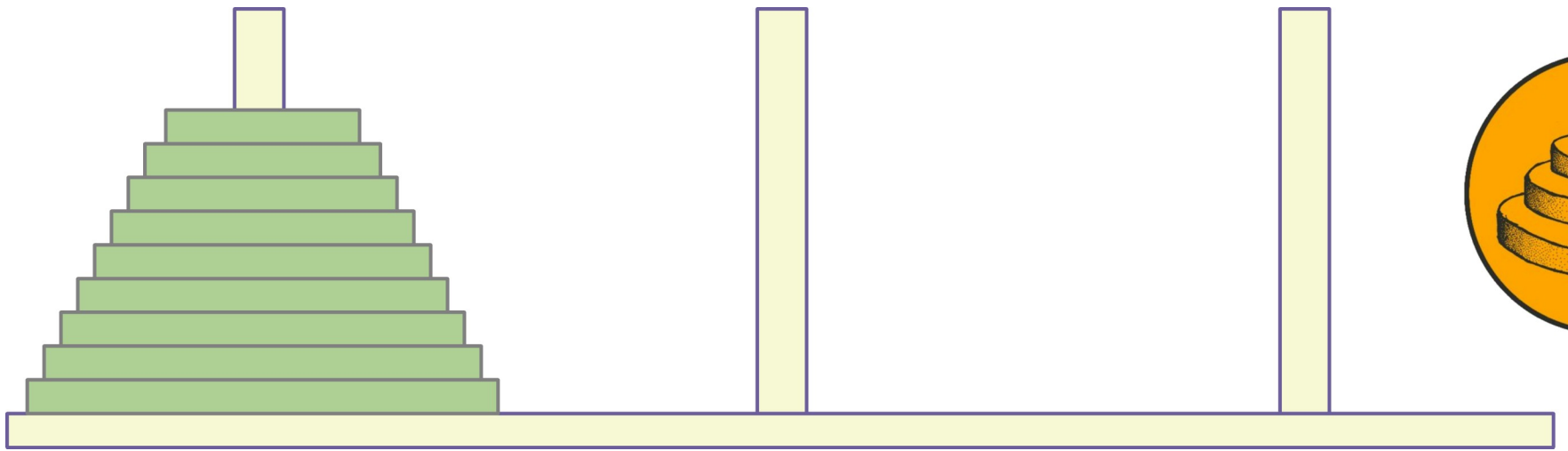
$$n! = \begin{cases} 1 & \text{per } n = 0 \\ n \cdot (n-1)! & \text{per } n > 1 \end{cases}$$

```
unsigned long long fact(unsigned int n)
{

  if(n==0) return 1;

  return n*fact(n-1);
}
```

- Chiamate ricorsive implicano avere tante "istanze" della stessa funzione
  - Ognuna con le sue variabili locali



- Torre di Hanoi



Obbiettivo: spostare *n* dischi dal piolo 1 al piolo 3

- Torre di Hanoi, definiamo
  - T(n,x,y) $\longrightarrow$ sposta n dischi da piolo x a piolo y
  - D(x,y) $\longrightarrow$ sposta un singolo disco da piolo x a piolo y

$$T(n,1,3)=\begin{cases}\text{per } n=0 & \text{niente}\\ \text{per } n>1 & T(n-1,1,2)+D(1,3)+T(n-1,2,3)\end{cases}$$

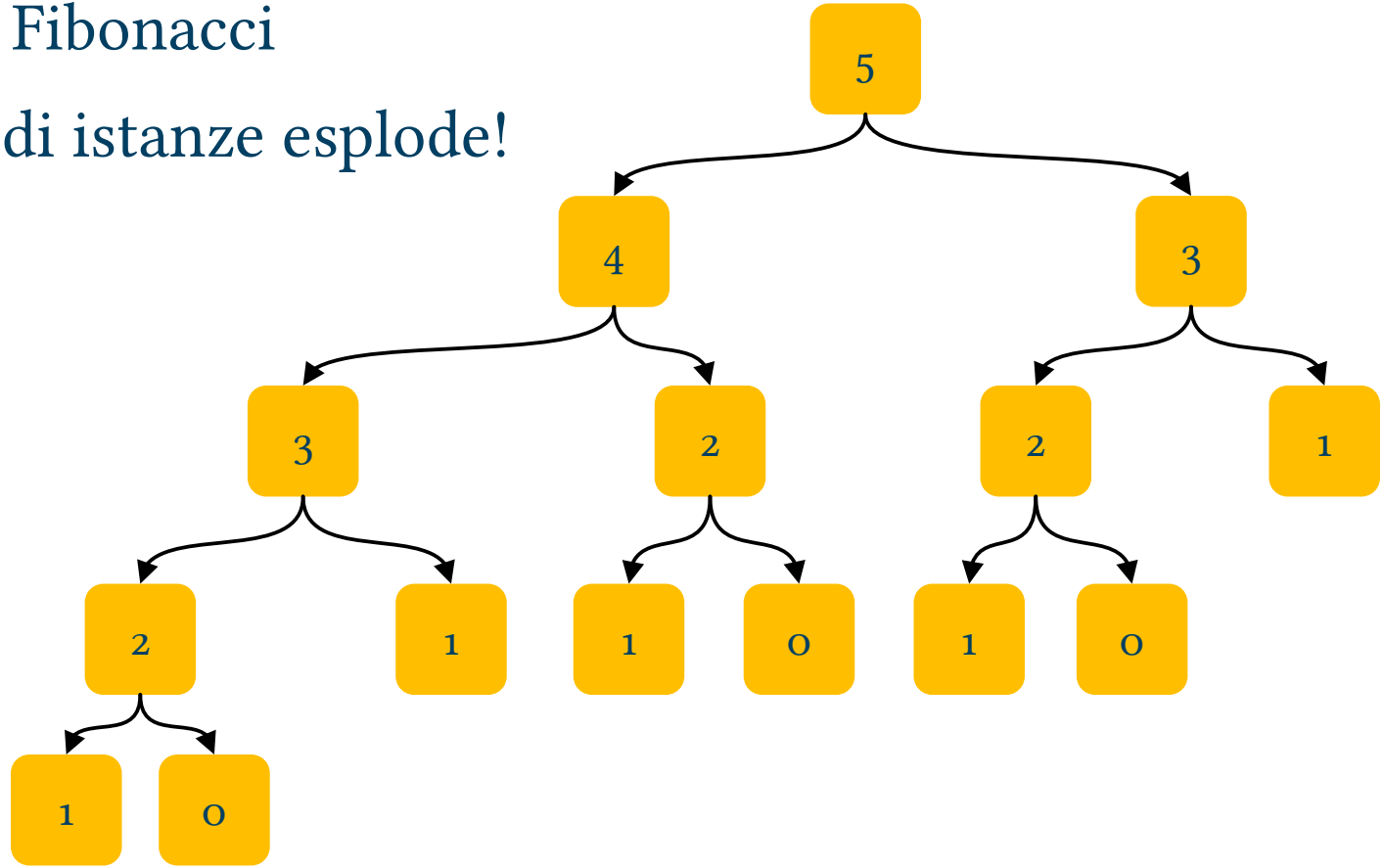
- Errori Comuni
  - Mancanza condizione di uscita
  - La semplicità può mascherare inefficienza

- Numeri di Fibonacci
  - 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21

$$f(n)=\begin{cases} \text{per } n=0 & 0 \\ \text{per } n=1 & 1 \\ \text{per } n>1 & f(n-1)+f(n-2) \end{cases}$$

```
unsigned long fibo(unsigned long n){

  if(n==0) return 0;
  if(n==1) return 1;

  return fibo(n-1)+fibo(n-2);
}
```

- Numeri di Fibonacci
- Il numero di istanze esplode!



La Ricorsione

- L'implementazione ricorsiva vista in precedenza non è efficiente
- Si può dimostrare che se S è il tempo necessario al calcolo del numero di fibonacci di indice n ⟶ f(n), il calcolo di f(n+1) richiede circa 1,6×S
- Ad esempio se il calcolo di f(n) richiede 1 s, il calcolo di f(n+18) richiederà un'ora
- Soluzione ⟶ dynamic programming (vedi esempio)

Ricorsione vs Iterazione

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Entrambe sono di fatto ripetizioni
  - Ciclo esplicito vs Ciclo implicito
  - Tutto ciò che posso risolvere con la ricorsione è risolvibile iterativamente
  - Entrambe vogliono condizione di uscita
    - Rischio ciclo infinito
- Ricorsione $\longrightarrow$ codice piú semplice
  - Spesso piú facile e codice piú compatto
  - Contro: overhead chiamate di funzione

UNIVERSITÀ DI PARMA

Le Funzioni

E Pluribus Unum

Autore Ignoto, Moretum, I sec. A.C.