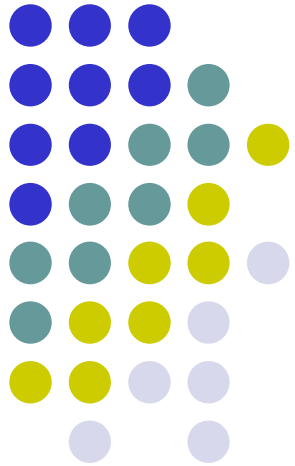
Laboratorio di Calcolatori 1

Corso di Laurea in Fisica

A.A. 2006/2007



Dott.Davide Di Ruscio

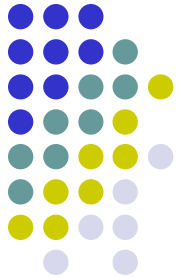
Dipartimento di Informatica

Università degli Studi di L'Aquila

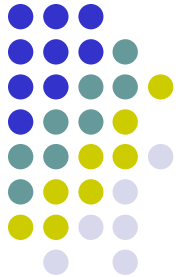
Lezione del 19/05/08

Nota

Questi lucidi sono tratti dal materiale distribuito dalla McGraw-Hill e basati su del materiale fornito dal Prof. Flammini Michele



Sommario (II parte)



Il Linguaggio C

- Caratteristiche generali
- Un linguaggio C semplificato ed esempi di semplici programmi
- Struttura di un programma C
- Direttive del pre-processore
- Parte dichiarativa:
  - tipi
  - definizioni di tipi
  - definizioni di variabili
- Parte esecutiiva
  - istruzione di assegnamento
  - istruzioni (funzioni) di input-output
  - istruzioni di selezione
  - istruzioni iterative
- Vettori mono e multidimensionali
- Funzioni e procedure
- File
- Allocazione dinamica di memoria
- Suddivisione dei programmi in piu' file e compilazione separata
- Algoritmi elementari
  - ricerca sequenziale e binaria
  - ordinamento di un vettore: per selezione, per inserimento, per fusione e a bolle
- Aspetti avanzati di programmazione
  - ricorsione
  - strutture dati dinamiche

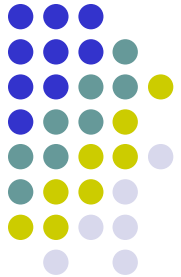
RIFERIMENTI

Ceri, Mandrioli, Sbattella

Informatica arte e mestiere

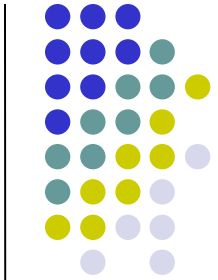
McGraw-Hill

La standard library del C



- Sottoprogrammi di largo uso predefiniti:
  - Matematica
  - I/O
  - Grafica
- Librerie di sottoprogrammi:
  - Predefinite
  - Costruite dai programmatori applicativi
- Però l'uso di librerie diminuisce la portabilità
- A meno che anche le librerie (almeno le fondamentali) non siano standardizzate
- La grande forza del C: la libreria standard

I file header



- Le funzioni della libreria sono disponibili in C come file di codice compilato

- *È compito del programmatore inserire nel programma i prototipi delle funzioni che verranno usate*

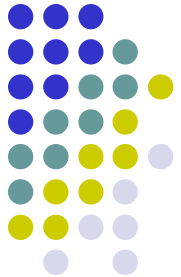
- La libreria C comprende alcuni file, chiamati *header file*, che contengono i prototipi di un insieme di funzioni di libreria.

  `#include <stdio.h>`

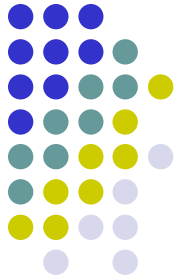
  e altre `#include <xxx.h>`

- Il preprocessore copia il contenuto del file `stdio.h` nel programma, inserendo i prototipi delle funzioni che appartengono al gruppo di cui `xxx.h` è il file testata.

Direttive preprocessore



- Quando i file contenenti un programma C vengono compilati, il compilatore, prima di iniziare la compilazione, chiama un **preprocessore** che ha il compito di:
  - Sostituire le costanti o le macro
  - Predisporre il file per una compilazione condizionale
  - Includere in un file altri file



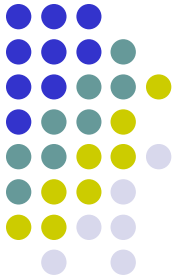
- Le direttive al preprocessore iniziano con il carattere # ed hanno una sintassi indipendente dal C

- Principali direttive al compilatore:
  - #**include** “file_da_includere”
  - #**define** nome_costante valore_costante
  - #**ifdef**, #**ifndef**, #**else**, #**endif** sono utilizzate per la compilazione condizionale

    es:

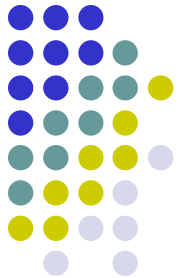
    ```
    #ifndef EOF
    #define EOF (-1)
    #endif
    ```

La ricorsione



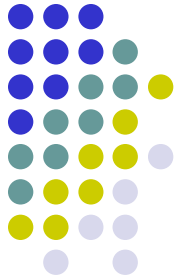
- La formulazione in termini ricorsivi di problemi e algoritmi
- La ricorsione come strumento di programmazione
- L’esecuzione dei sottoprogrammi ricorsivi
- Ulteriori esempi

La formulazione in termini ricorsivi di problemi e algoritmi



- La ricorsione: che cos'è?
  - Un sottoprogramma P chiama -durante la sua esecuzione- un altro sottoprogramma Q
  - Q a sua volta chiama un terzo R, …
  - R chiama nuovamente P: (ricorsione indiretta)
  - Oppure P chiama se stesso durante la propria esecuzione (ricorsione diretta)

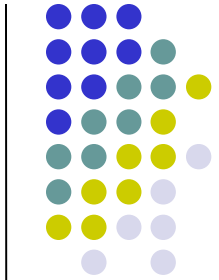
Paradigma Divide-et-Impera



- Esso consiste nell'eseguire le seguenti tre fasi:
  1. Dividi il problema di partenza in sottoproblemi identici di dimensione minore
  2. Risolvi ricorsivamente, ossia nello stesso modo, i sottoproblemi
  3. Determina e restituisci la soluzione del problema di partenza combinando le soluzioni dei sottoproblemi

- Tale metodologia è convenientemente utilizzata in tutti i quei casi in cui la soluzione di un problema può essere formulata agevolmente in modo ricorsivo

Esempi matematici (1)



- Il fattoriale di un intero non negativo *n*:

$$\begin{cases} n! = 1 \text{ se } n=0 & \text{(caso base)} \\ n! = n \cdot (n-1)! \text{ se } n > 1 & \text{(caso ricorsivo)} \end{cases}$$

- Esempio:

$0! = 1$

$1! = 1 \cdot 0! = 1 \cdot 1 = 1$

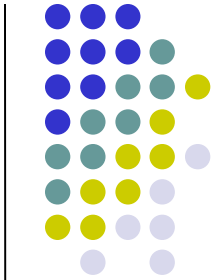
$2! = 2 \cdot 1! = 2 \cdot 1 = 2$

$3! = 3 \cdot 2! = 3 \cdot 2 = 6$

$4! = 4 \cdot 3! = 4 \cdot 6 = 24$

…

Esempi matematici (2)



- I numeri di Fibonacci, $F = \{f_0, ..., f_n\}$:

$$\begin{cases} f_n = 0 \text{ se } n=0 & \text{(caso base)} \\ f_n = 1 \text{ se } n=1 & \text{(caso base)} \\ f_n = f_{n-1} + f_{n-2} \text{ se } n > 1 & \text{(caso ricorsivo)} \end{cases}$$

- Esempio:

$f_0 = 0$

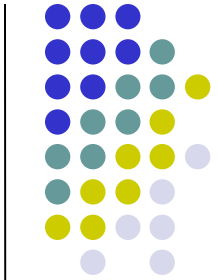
$f_1 = 1$

$f_2 = f_1 + f_0 = 1 + 0 = 1$

$f_3 = f_2 + f_1 = 1 + 1 = 2$

$f_4 = f_3 + f_2 = 2 + 1 = 3$

Esempi matematici (3)

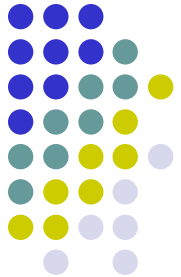


- La sommatoria di una sequenza di numeri

$$\sum_{i=1}^{0} a_i = 0$$

$$\sum_{i=1}^{n} a_i = a_n + \sum_{i=1}^{n-1} a_i$$

Esempi matematici (4)



- La lista inversa L^{-1} di una lista di elementi $L = \{a_1, ..., a_n\}$:

  se $n = 1$, $L^{-1} = L$;
  altrimenti, $L^{-1} = \{a_n, (L_{n-1})^{-1}\}$

  Dove L_{n-1} indica la lista ottenuta da L cancellando l'ultimo elemento a_n.

- Esempio:

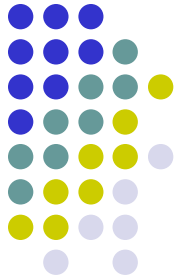
$\{2,7,5,4\}^{-1} = \{4, \{2,7,5\}^{-1}\}$

$= \{4,5, \{2,7\}^{-1}\}$

$= \{4,5,7, \{2\}^{-1}\}$

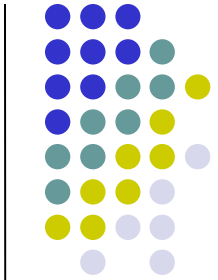
$= \{4,5,7,2\}$

Generalizzando …



- In una definizione ricorsiva esistono sempre
  - **Caso base** in cui la soluzione viene specificata in modo diretto
  - **Caso ricorsivo** in cui la soluzione è determinata ricorsivamente, ossia in termini di se stessa applicata su valori o sottoproblemi di dimensione inferiore

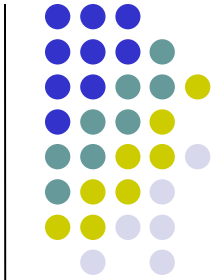
La ricorsione come strumento di programmazione (1)



Calcolo del Fattoriale in modo ricorsivo:

```
int    FattRic(int n)
{
   int ris;
   if (n == 0)
       ris = 1;
   else
       ris = n * FattRic(n-1);
   return ris;
}
```

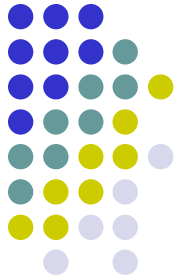
La ricorsione come strumento di programmazione (2)



Calcolo dei numeri di Fibonacci:

```
int fibonacci(int    n)
{
   int ris;
   if (n == 0)
    ris = 0;
   else if (n == 1)
           ris = 1;
        else
           ris = fibonacci(n-1) + fibonacci(n-2);
   return ris;
}
```

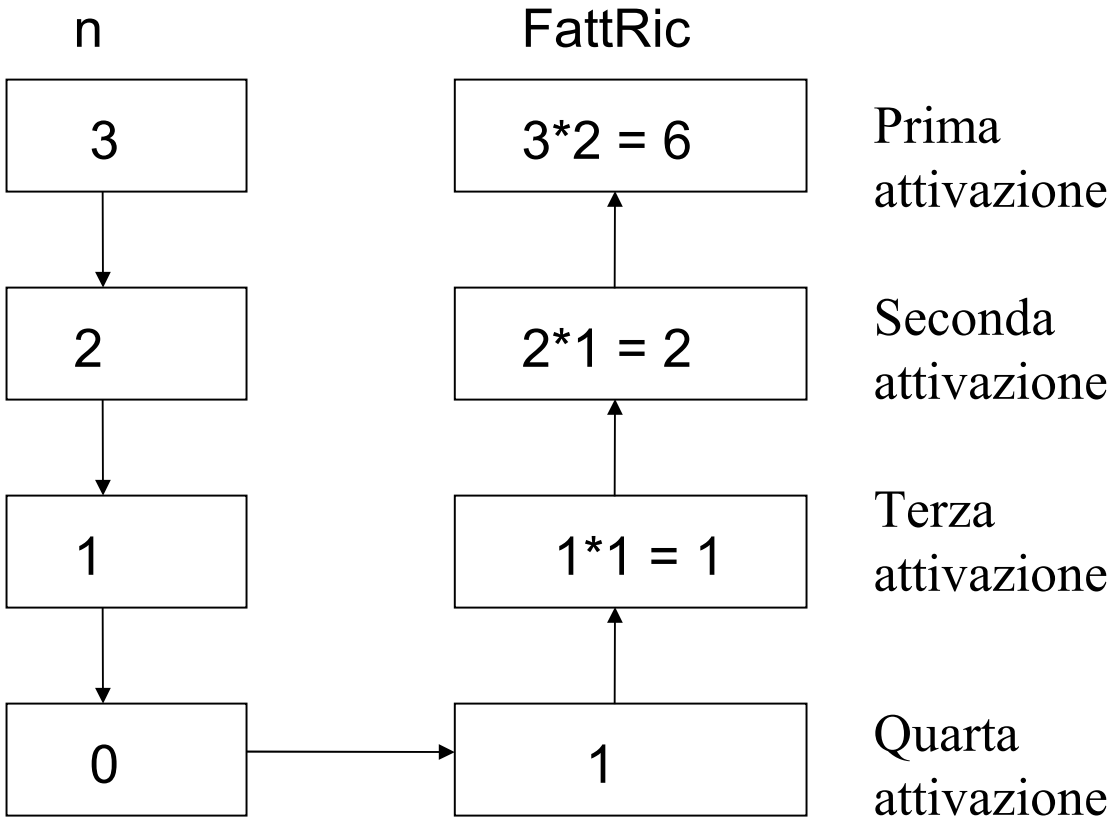
L'esecuzione di sottoprogrammi ricorsivi (1)

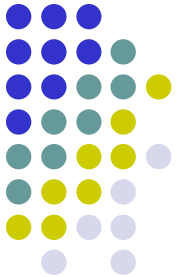


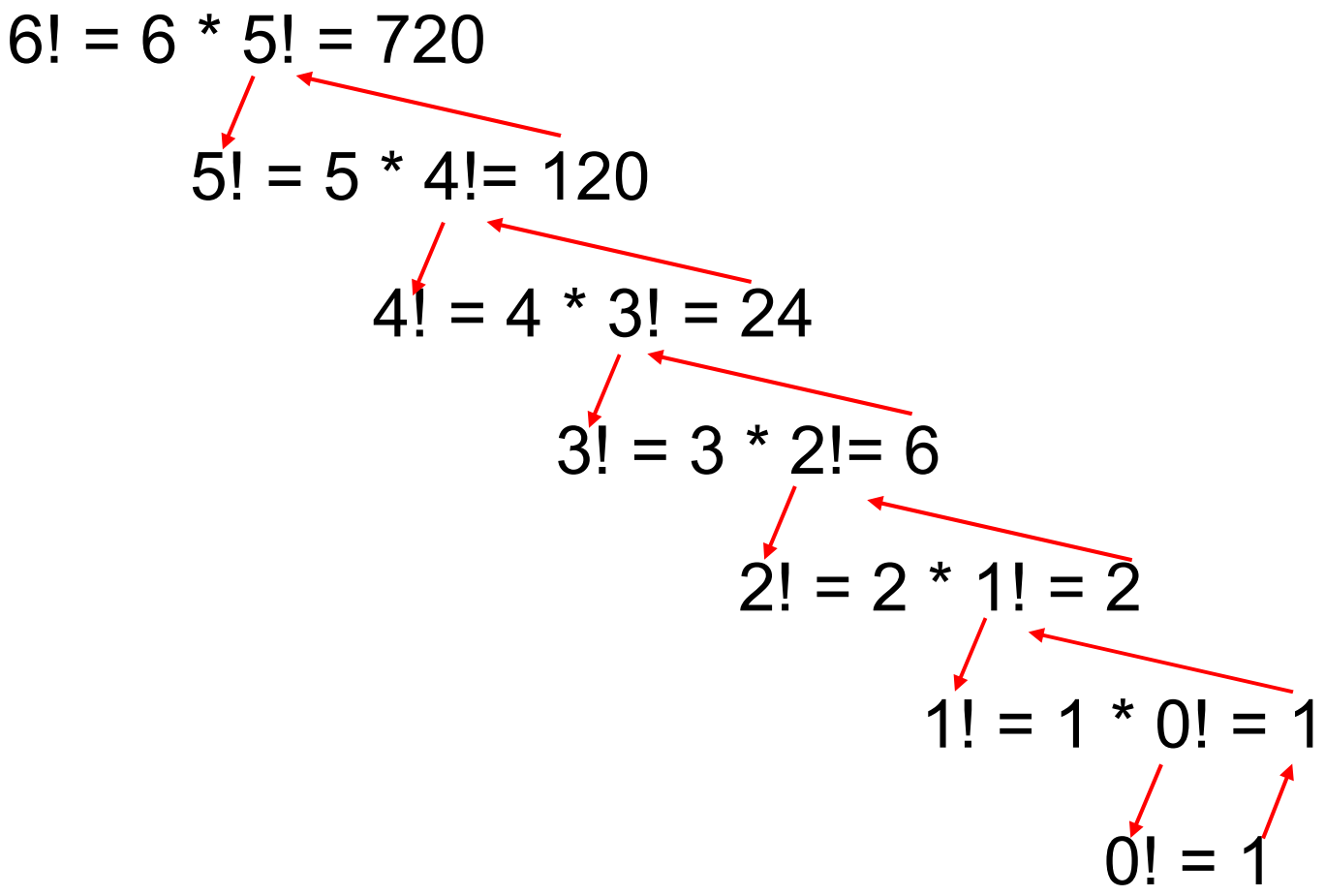
- Calcolo del fattoriale di 3 (secondo lo schema conosciuto):
  - Il *valore* del parametro attuale, `3`, viene copiato nel parametro formale, `n`
  - Ha inizio l'esecuzione di `FattRic`. Essa giunge a `n*FattRic(2)`, il cui risultato dovrebbe essere assegnato alla cella `ris` per poi essere passato al chiamante.
  - A questo punto avviene la nuova chiamata di `FattRic`.
  - Il nuovo valore del parametro attuale, `2`, viene copiato nella cella `n`, *cancellando il precedente valore* `3`

L’esecuzione di sottoprogrammi ricorsivi (2)

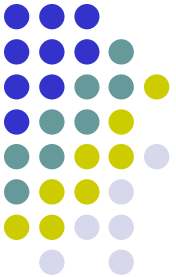
record di attivazione






6! = 6 * 5! = 720
5! = 5 * 4!= 120
4! = 4 * 3! = 24
3! = 3 * 2!= 6
2! = 2 * 1! = 2
1! = 1 * 0! = 1
0! = 1

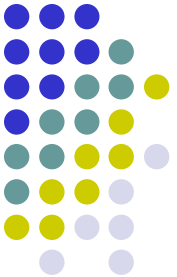
L’esecuzione di sottoprogrammi ricorsivi (3)



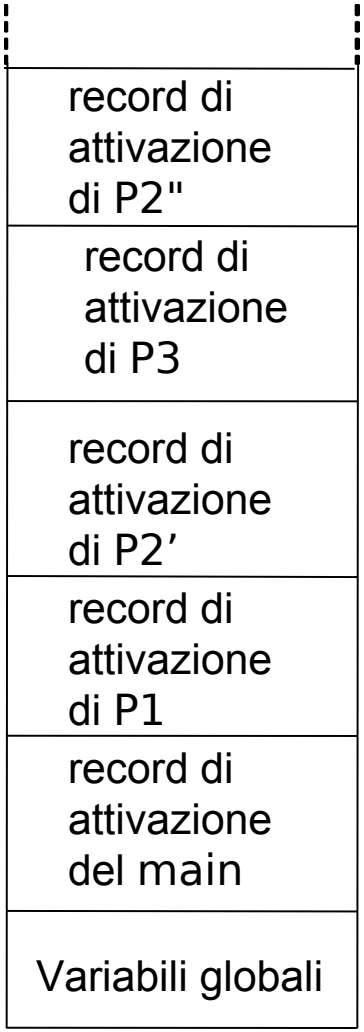
Passaggio parametri -anche- per indirizzo:

```
void incrementa(int *n, int  m)
{
     if (m != 0)
     {
         *n = *n + 1;
         incrementa(n, m-1);
     }
}
```

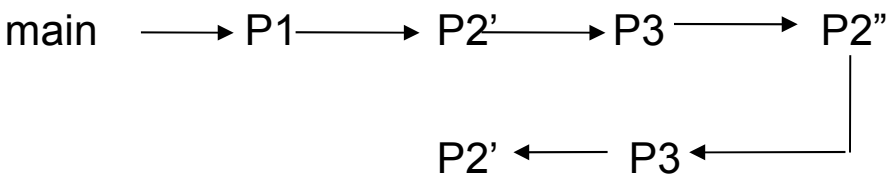
L’esecuzione di sottoprogrammi ricorsivi (3): la gestione a pila della memoria (a)

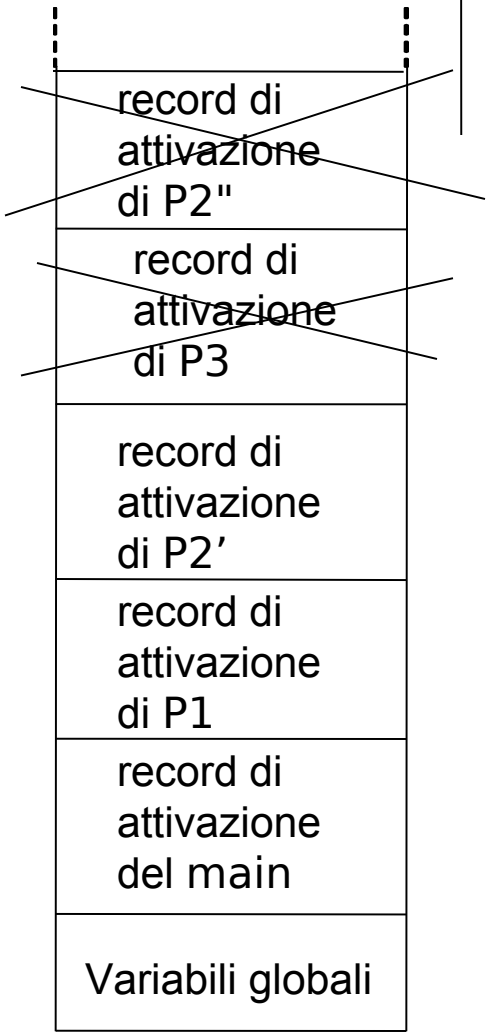


main → P1 → P2’ → P3 → P2”

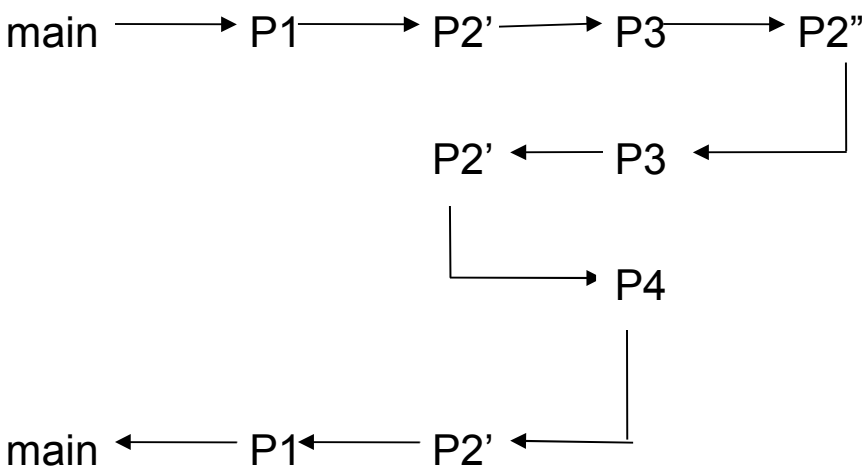


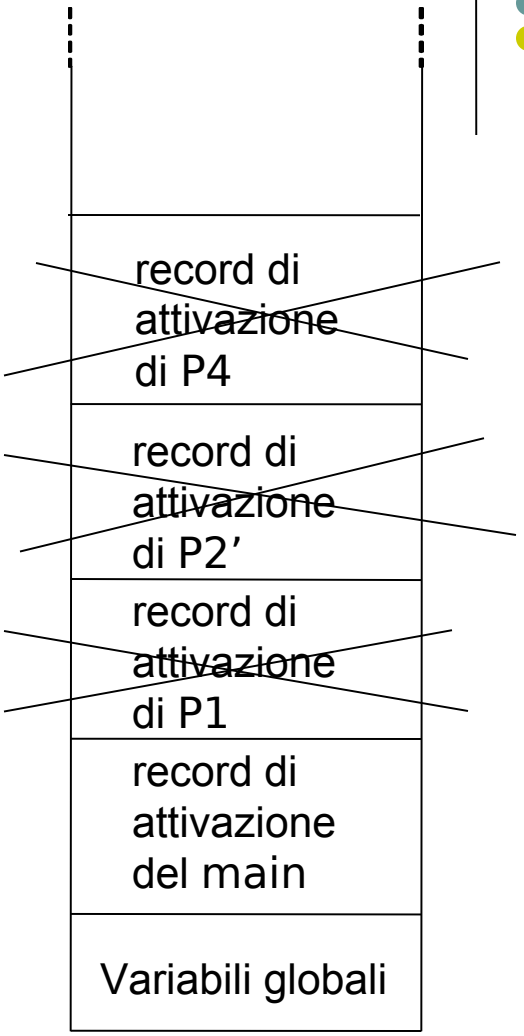
L’esecuzione di sottoprogrammi ricorsivi (4): la gestione a pila della memoria (b)



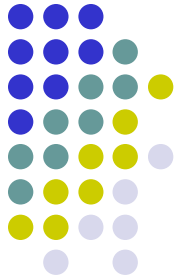


L’esecuzione di sottoprogrammi ricorsivi (5): la gestione a pila della memoria (c)



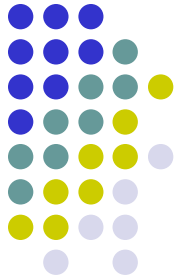


Esercizi su ricorsione:



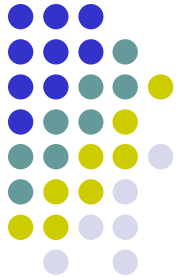
- Calcolo del massimo comun divisore secondo il metodo di Euclide
- Ricerca elemento in un vettore (sequenziale e binaria)
- Calcolo somma elementi di un vettore
- Stampa elementi di un vettore in ordine inverso
- Massimo elemento di un vettore
- Massimo comun divisore degli elementi di un vettore
- Fusione di due vettori ordinati
- Ordinamento di un vettore
- Inserimento in coda in lista concatenata
- Ricerca elemento in lista concatenata
- ….

Esercizio MCD



- Il massimo comun divisore (M.C.D.) di due numeri interi, che non siano entrambi uguali a zero, è il numero naturale più grande per il quale possono entrambi essere divisi
- Il massimo comun divisore tra i due numeri a e b viene indicato con MCD(a, b), o più semplicemente (a, b)
- Due numeri si dicono *coprimi* o *primi tra loro* se il loro massimo comun divisore è uguale a 1. Per esempio, i numeri 9 e 28 sono primi tra loro (ma non sono primi)
- Ad esempio:
  - MCD(12, 18) = 6
  - MCD(-4, 14) = 2
  - MCD(5, 0) = 5.

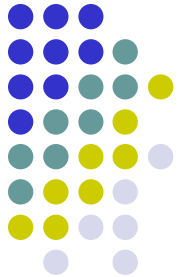
Esercizio MCD: Calcolo



- Il massimo comun divisore può essere calcolato, determinando la scomposizione in fattori primi dei due numeri dati e moltiplicando i fattori comuni, considerati una sola volta con il loro minimo esponente

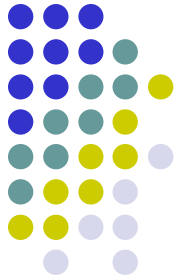
- Esempio:
  - Per calcolare il MCD(18,84) si scompongono dapprima i due numeri in fattori primi, ottenendo $18 = 2x3^2$ e $84 = 2^2x3^7$, e poi si considerano i fattori comuni ai due numeri, 2 e 3
  - Entrambi compaiono con esponente minimo uguale a 1, e quindi si ottiene che MCD(18,84)=6

Esercizio MCD: Algoritmo di Euclide

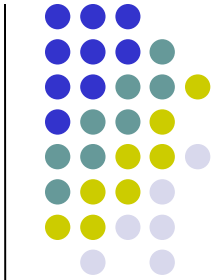


- Calcola il massimo comun divisore MCD di due interi *m* ed *n*
  - se *m* > *n*, MCD(*m,n*) = MCD(*n*, *m mod n*)
  - terminazione: se *n* = 0 ritorna *m*

- Nell'esempio precedente, si divide 84 per 18 ottenendo un quoziente di 4 e un resto di 12. Poi si divide 18 per 12 ottenendo un quoziente di 1 e un resto di 6. Infine si divide 12 per 6 ottenendo un resto di 0, il che significa che 6 è il massimo comun divisore



```
int MCD (int m, int n)
{
   if (n == 0) return(m);
   return MCD(n, m % n);
}
```

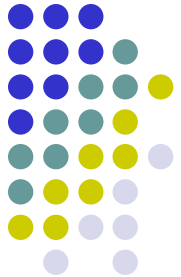


MCD(600,54)
MCD(54, 6)
MCD(6, 0) return 6

MCD(314159,271828)
MCD(271828,42331)
MCD(42331,17842)
MCD(17842,6647)
MCD(6647,4548)
MCD(4548,2099)
MCD(2099,350)
MCD(350,349)
MCD(349,1)
MCD(1,0) return 1

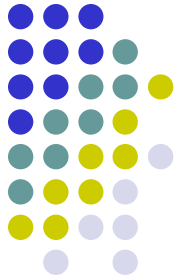
314159 e 271828 sono primi tra di loro

Ricerca binaria in un array



- Dati un array di n interi ordinato in modo crescente ed un intero x forniti in input, determina se l'elemento x è presente nell'array, ossia se esiste una componente dell'array avente lo stesso valore di x

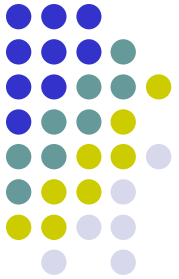
- Idea di risoluzione:
  - Poiché l'array è ordinato, si confronta x con l'elemento centrale
  - Se sono uguali abbiamo trovato l'elemento, altrimenti proseguiamo nel sottovettore a sinistra o a destra dell'elemento centrale a seconda se x è minore o maggiore di tale elemento, dimezzando così lo spazio di ricerca a metà degli elementi.
  - Ripetendo il procedimento giungiamo ad individuare x, se presente, in un numero al più logaritmico in n (base 2) di iterazioni.

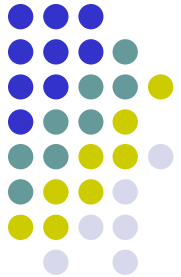


Pseudocodice:

- Inizializza *inf* a 0, *sup* a n-1 e *med* alla parte intera inferiore di *(inf+sup)/2*
- Per *i* che varia da 0 a *n-1* incrementando *i* di 1 ad ogni iterazione
  - Leggi da input il valore da memorizzare nella posizione *i* dell'array a.
- Leggi *x*
- Mentre *inf* è minore o uguale a *sup* e *x* è diverso da *a[med]*
  - Se *x* è maggiore di *a[med]*
    - Poni *inf* uguale a *med+1*
  - Altrimenti
    - Poni *sup* uguale a *med-1*
  - Poni *med* uguale alla parte intera inferiore di *(inf+sup)/2*
- Se *inf* è minore o uguale a *sup*
  - Stampa "L'elemento è presente nell'array in posizione " *med*
- Altrimenti
  - Stampa "L'elemento non è presente nell'array"

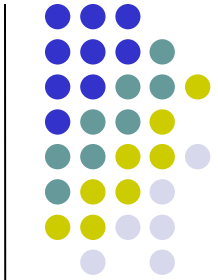
```c
#include <stdio.h>      //Versione iterativa
main()
{
   const int n=10;
   int a[n],inf,med,sup,i,x;
   for (i=0; i<n; i=i+1)
        scanf("%d",&a[i]);
   scanf("%d",&x);
   inf=0;
   sup=n-1;
   med=(inf+sup)/2;
   while (inf<=sup && x!=a[med])
   {
        if (x>a[med])
                inf = med+1;
        else
                sup = med-1;
        med=(inf+sup)/2;
   }
   if (inf<=sup)
        printf(" L'elemento e' presente in posizione %d", med);
   else
        printf(" L'elemento non e' presente");
}
```





```
//Versione ricorsiva
 int binSearch(int a[], int sx, int dx, int el)
 {
  int x;
  if (dx < sx) return -1;
  x = (dx + sx)/2;
  if (el < a[x]) return binSearch(a,sx,x-1,el);
  else if (el == a[x]) return x;
  else return binsearch(a,x+1,dx,el);
 }
```

Ricorsione vs Iterazione



- Ogni programma ricorsivo può anche essere implementato in modo iterativo
- La soluzione migliore (efficienza e chiarezza del codice) dipende dal problema