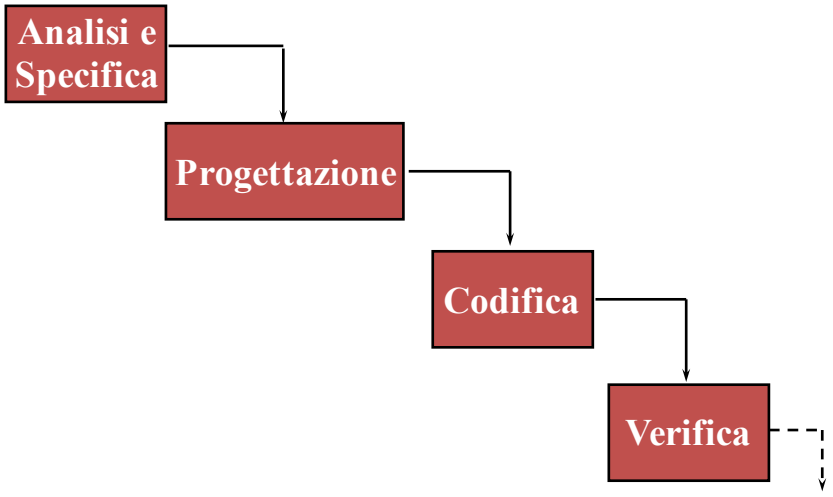
Sviluppo di Programmi

Analisi e Progettazione

Sviluppo dei programmi



Analisi e Specifica

- Definizione di *cosa fa* il programma
  - **Individuazione dei *dati* di *ingresso* e di *uscita*, della *precondizione* e della *postcondizione***
  - **Se la precondizione è vera e il programma è eseguito allora la postcondizione è vera …**
- ***Precondizione***: condizione definita sui dati di ingresso che deve essere soddisfatta affinché la funzione sia applicabile
- ***Postcondizione***: condizione definita su dati di uscita e dati di ingresso e che deve essere soiddisfatta al termine dell'esecuzione del programma
  - **definisce cosa sono i dati di output in funzione di quelli di input …**

Dizionario dei Dati

- Buona norma utilizzare un ***dizionario dei dati*** da arricchire durante le varie fasi del ciclo di vita
  - **Una tabella il cui schema è:**
    - ***Identificatore, Tipo, Descrizione***
    - **La descrizione serve a specificare meglio l'identificatore e a descrivere il contesto in cui il dato viene usato**

Un esempio: ordinamento di una sequenza di interi

- **Dati di ingresso:** sequenza s di n interi
- **Precondizione:** n > 0
- **Dati di uscita:** sequenza s1 di n interi
- **Postcondizione:** s1 è una permutazione di s dove

$$\forall\ i \in [0,\ n-2],\ s1_i \leq s1_{i+1}$$

Identificatore	*Tipo*	*Descrizione*
s	sequenza	sequenza di interi in input
s1	sequenza	sequenza di interi di output
n	intero	numero di elementi nella sequenza
i	intero	indice per individuare gli elementi nella sequenza

Progettazione

- Definizione di *come* il programma effettua la trasformazione specificata
- Progettazione dell'algoritmo per raffinamenti successivi (stepwise refinement)
- Decomposizione funzionale …

Codifica e Verifica

- Codifica dell'algoritmo nel linguaggio scelto
- Verifica (testing) del programma (individuazione dei malfunzionamenti)
  - **Scelta dei casi di prova**
  - **Esecuzione del programma**
  - **Verifica dei risultati rispetto ai *risultati attesi***
- *Utilizzo del software di base e di un ambiente di sviluppo …*

Progettazione: ordinamento di una sequenza di interi

a) Input intero n
b) Se n > 0
   1. Input sequenza s in un array a di dimensione n
   2. Ordina array a di dimensione n
      NB: per motivi di efficienza decidiamo di usare un unico array di input e output
   3. Output sequenza s1 contenuta in array a di dimensione n

Raffiniamo i passi 1, 2 e 3 con delle nuove funzioni:

- **input_array(a, n)**
- **ordina_array(a, n)**
- **output_array(a, n)**

Per ognuna: specifica, progettazione, codifica e verifica

Funzione ordina_array

1. Specifica simile a quella del programma principale, ma introduciamo l'array …
2. Progettazione: scegliamo come strategia di ordinamento Selection Sort …
3. Codifica e verifica …

Specifica: funzione ordina_array

- **Dati di ingresso:** array a di interi di dimensione n
- **Precondizione:** n > 0
- **Dati di uscita:** array a' di interi di dimensione n
  - NB: usiamo a' per indicare il valore di a dopo l'esecuzione della funzione
- **Postcondizione:** l'array a' in output contiene una permutazione degli elementi dell'array a in input AND

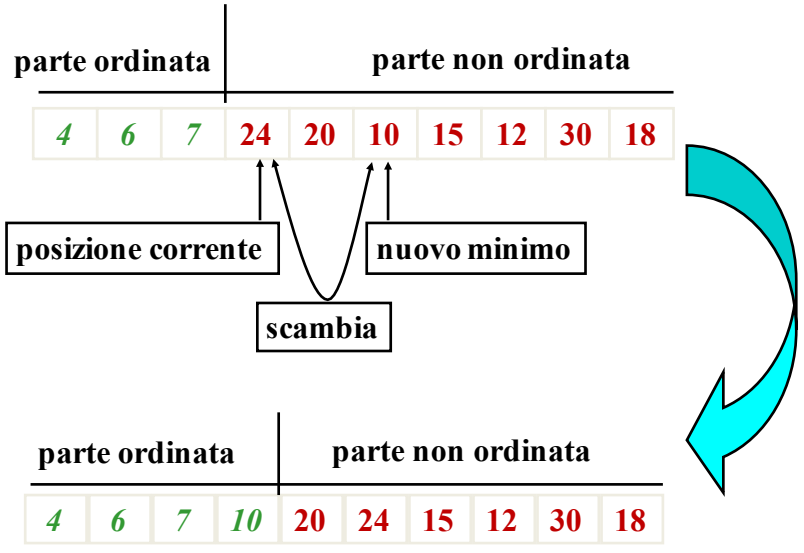
$$\forall\, i \in [0,\ n-2],\ a'[i] \leq a'[i+1]$$

Identificatore	*Tipo*	*Descrizione*
a	array	Array di interi
n	intero	Dimensione dell'array
i	intero	Indice per individuare gli elementi dell'array

Selection Sort

- Effettua una visita totale delle posizioni dell'array
  - ***visita totale***: visitati in sequenza tutti gli elementi dell'array
- Per ogni posizione visitata individua l'elemento che dovrebbe occupare quella posizione nell'array ordinato e scambia l'elemento trovato con quello che occupa attualmente la posizione
  - in questo modo, se *i* è la posizione corrente (0 <= *i* < *n*), tutte gli elementi nelle posizioni comprese tra 0 ed *i*-1 rispettano l'ordinamento;
  - quindi l'elemento che deve occupare la posizione *i* sarà il minimo tra quelli nelle posizioni comprese tra *i* ed *n*-1;
  - da notare che alla fine l'ultimo elemento (posizione n-1) risulta ordinato ...

Selection Sort



Selection sort: Algoritmo

- for(i = 0; i < n-1; i++)
  1. Individua la posizione p dell'elemento minimo compreso tra le posizioni i e n-1 dell'array a
  2. Scambia gli elementi di a di posizioni i e p

Raffiniamo il passo 1 e con una nuova funzione minimo_i …

Raffiniamo il passo 2 con una funzione scambia …

Individua la posizione del minimo: funzione minimo_i

- Specifica
  - Dati di ingresso: array a di dimensione n, posizione i
  - Precondizione: n > 0 AND i >= 0 AND i < n
  - Dati di uscita: posizione pmin
  - Postcondizione: $\forall$ j $\in$ [i, n-1], a[pmin] <= a[j]
- Progettazione

```
min = a[i]; pmin = i;
for(j = i+1; j <n; j++)
    if(a[j] < min) { min = a[j];   pmin = j; }
return(pmin);
```

Codifica

```
void ordina_array(int a[], int n)
{ int i, p;
  for (i = 0; i < n-1; i++) {
        p = minimo_i(a, i, n);
        scambia(&a[i], &a[p]);  }
}
```

```
int minimo_i(int a[], int i, int n)
{ int min, pmin, j;
  min = a[i];  pmin = i;
  for (j = i+1; j < n; j++)
          if (a[j] < min) {
             min = a[j];
             pmin = j; }
  return(pmin);
}
```

```
void  scambia(int * x, int * y)
{    int temp = *x;
     *x = *y;
     *y = temp;
}
```

Richiami: Puntatori

- Un **puntatore** è una variabile che contiene l'indirizzo di un'altra variabile
- I puntatori sono "**type bound**" cioè ad ogni puntatore è associato il tipo a cui il puntatore si riferisce
- Nella dichiarazione di un puntatore bisogna specificare un asterisco (*) prima del nome della variabile pointer: *T *p*
- Esempio:
  - int *pointer; // puntatore a intero
  - char *pun_car; // puntatore a carattere
  - float *flt_pnt; // puntatore a float

Richiami: Dereferenziazione

- L'accesso all'oggetto puntato avviene attraverso l'operatore di dereferenziazione *
  - *pointer = 5 /* assegna all'oggetto puntato da pointer il valore 5 */
  - x = *flt_pnt /* assegna il valore dell'oggetto puntato da flt_pnt alla variabile x */
- Prima di poter usare un pointer questo deve essere inizializzato, ovvero deve contenere l'indirizzo di un oggetto

Richiami: Operatore di indirizzo

- Per ottenere l'indirizzo di un oggetto si usa l'operatore unario **&**.

```
int volume, *vol_ptr;
vol_ptr = &volume;
```

```
int i = 10, *p1, *p2;
p1 = &i;
printf("%d \n", *p1);
```

Codice delle funzioni di I/O

```
void input_array(int a[], int n)
{
    int i;
   for(int i = 0; i < n; i++) {
        printf( “Elemento di posizione %d :”, i);
        scanf(“%d”, &a[i]);  }
}
```

```
void output_array(int  a[], int n)
{
    int i;
    for(i = 0; i < n; i++)
        printf( “Elemento di posizione %d : %d \n”, i, a[i]);
}
```

Il main …

```
# include  <stdio.h>
# define MAXELEM 100

int main()
{
    int a[MAXELEM], n;

    printf(  "Inserisci il numero di elementi  da ordinare:  ”);
    scanf(“%d”, &n);

    if(n <= 0)
          printf(“Il  numero di elementi  deve essere positivo \n”);
    else if(n > MAXELEM)
          printf(il  numero massimo di elementi  è MAXELEM \n”);
    else {
          input_array(a,  n);
          ordina_array(a,  n);
          printf(“Elementi  ordinati  \n”);
          output_array(a,  n); }
}
```

Esercizi

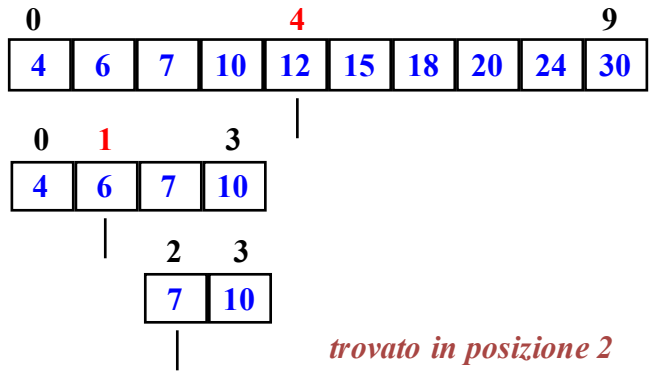
- Realizzare le seguenti funzioni
  - Inserimento di un elemento in una data posizione in un array
  - Eliminazione di un elemento di una data posizione in un array
  - Ricerca del minimo in un array
  - Ricerca di un elemento in un array non ordinato
  - Ricerca di un elemento in un array ordinato (sia versione con ricerca lineare che con ricerca binaria)
  - …
- Realizzare funzioni di ordinamento che utilizzano gli algoritmi insertion sort e bubble sort
  - Li vediamo nelle prossime slide …

Ricerca binaria in un array ordinato

- Consiste nel dividere l'array in due metà e confrontare l'elemento da cercare con l'elemento centrale dell'array
  - **uguali --> trovato (… e ci si ferma)**
  - **elemento dell'array maggiore --> continuare la ricerca nella prima metà dell'array**
  - **elemento dell'array minore --> continuare la ricerca nella seconda metà dell'array**
- Se l'elemento non è presente, l'array si ridurrà ad un solo elemento, non divisibile in due (terminazione)
  - **nel caso peggiore si visitano $\log_2 n$ elementi dell'array …**

Esempio

- Cercare l'elemento 7 nell'array ...

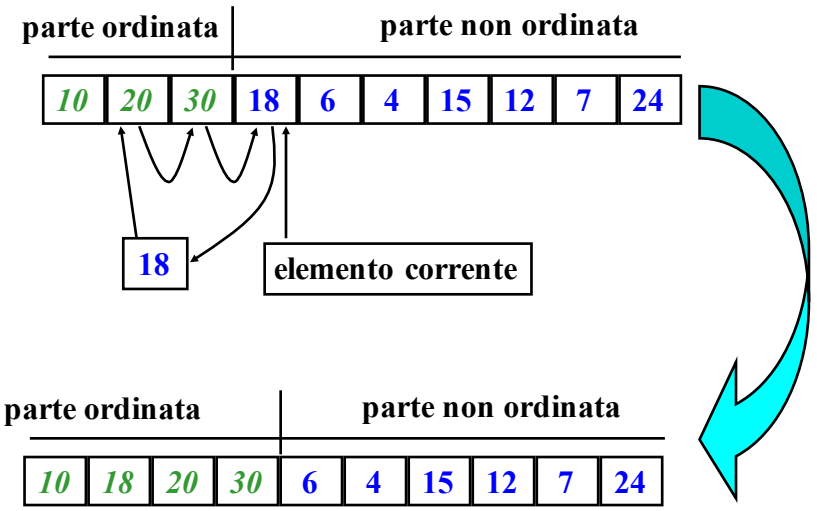


... e se invece si fosse cercato 8 ? ...

Altri algoritmi di Ordinamento: Insertion Sort

- Visita totale: ad ogni passo gli elementi che precedono l'elemento corrente sono ordinati
  - si inserisce l'elemento corrente nella posizione che garantisce il mantenimento dell'ordinamento
  - gli elementi precedenti maggiori sono spostati in avanti
  - ... il primo elemento è già ordinato ...

Insertion Sort



Algoritmo di Insertion Sort

for(i = 1; i < n; i++)

memorizza l'elemento di posizione i in una variabile temporanea next

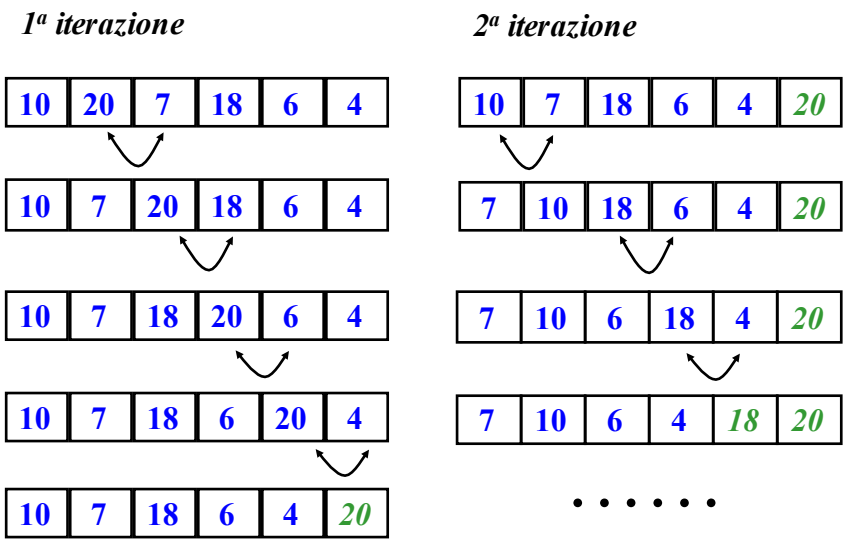
sia j la posizione in cui deve essere inserito next: sposta in avanti gli elementi di posizioni tra i-1 e j,

inserisci next in posizione j

Altri algoritmi di Ordinamento: Bubble Sort

- Algoritmo iterativo:
  - finché l'array non risulta ordinato si effettua una visita durante la quale si scambiano gli elementi adiacenti che non risultano ordinati
  - se in una iterazione non è stato effettuato nessuno scambio allora l'array è ordinato
- NB: ad ogni passo l'elemento più grande viene portato nella sua posizione finale …
  - dopo il passo i-esimo, gli elementi tra le posizioni n-i ed n-1 risultano ordinati e nelle loro posizioni finali
  - l'algoritmo converge in al più n-1 iterazioni (dove n è il numero di elementi dell'array)

Bubble Sort



Algoritmo di Bubble sort

```
boolean ordinato = false;
i = 1;
while (i < n && ! ordinato)
    ordinato = true;
    scambia gli elementi adiacenti che non risultano
      ordinati tra le posizioni 0 e n-i e poni ordinato a
      false se viene effettuato almeno uno scambio
    i = i +1;
```