

Fondamenti di Informatica T-1

Modulo 2

Contenuti

Scopo di questa esercitazione:

- Comprendere la complessità del problema “ordinamento”... cerchiamo di valutare il “costo” di una soluzione (confrontandola con un'altra...)
- Modifiche al codice degli algoritmi di ordinamento, per supportare tipi di dato “complessi”

Esercizio 1

(ordinamento)

Naive Sort con conteggio degli scambi e dei confronti

- Come facciamo a valutare la “bontà” di un algoritmo?
 - Idea: contiamo quante volte eseguiamo le operazioni “costose” di un algoritmo
 - Con Naïve Sort, le operazioni costose possono essere i *confronti* e gli *scambi*.

3

Esercizio 1

(ordinamento)

Naive Sort con conteggio degli scambi e dei confronti

- In un apposito modulo `ordinamento.h` / `ordinamento.c`, realizzare l'algoritmo Naive Sort contando quanti *confronti* e quanti *scambi* vengono effettuati
- Per comodità, definiamo i contatori come variabili *globali statiche*, in modo da potervi accedere da più funzioni

4

Esercizio 1 - Soluzione

(ordinamento)

```
#include <stdio.h>

int swap_count = 0;
int comp_count = 0;

void incSwap() { swap_count++; }
void incComp() { comp_count++; }

void resetCounters()
{
    swap_count = 0;
    comp_count = 0;
}

void printCounters()
{
    printf("Numero di confronti effettuati: %d\n", comp_count);
    printf("Numero di scambi effettuati: %d\n", swap_count);
}
```

5

Esercizio 1 - Soluzione

(ordinamento)

```
int trovaPosMax(int v[], int n) {
    int i, posMax=0;
    for (i=1; i<n; i++)
        if (v[posMax]<v[i])
            posMax=i;
    return posMax;
}

void scambia(int * a, int * b) {
    int temp;
    temp = *a;
    *a = *b;
    *b = temp;
    incSwap();
}
```

6

Esercizio 1 - Soluzione

(ordinamento)

```
void naiveSort(int v[], int n) {
    int p;

    while (n>1) {
        p = trovaPosMax(v,n);

        incComp();
        if ( p < n-1 )
            scambia( &v[p], &v[n-1]);
        n--;
    }
}
```

7

Esercizio 1 - Soluzione

(ordinamento)

```
int main(void) {
    int v[] = {6,5,4,3,2,1};
    int i;

    naiveSort(v, 6);

    for (i=0; i<6; i++)
        printf("%d ", v[i]);

    printf("\n");
    printCounters();

    system("PAUSE");
    return (0);
}
```

8

Esercizio 2

(ordinamento)

- Implementare e modificare l'algoritmo Bubble Sort visto a lezione al fine di contare i confronti e gli scambi eseguiti
- Realizzare un programma che legga un vettore di MAXDIM elementi e ne esegua
 - L'ordinamento con Naive Sort
 - L'ordinamento con Bubble Sorte stampi a video il numero di confronti e scambi effettuato da ogni algoritmo
- Qual'è il caso "peggiore" per bubble sort?

9

Esercizio 2 - Soluzione

(ordinamento)

Per comodità:

```
void bubbleSort(int v[], int n) {
    int i;
    int ordinato = 0;

    while (n>1 && ordinato==0) {
        ordinato = 1;
        for (i=0; i<n-1; i++) {
            if ( v[i] > v[i+1] ) {
                scambia( &v[i], &v[i+1]);
                ordinato = 0;
            }
        }
        n--;
    }
}
```

10

Esercizio 2 - Soluzione

(ordinamento)

```
void bubbleSort(int v[], int n) {
    int i;
    int ordinato = 0;

    while (n>1 && ordinato==0) {
        ordinato = 1;
        for (i=0; i<n-1; i++) {
            incComp();
            if ( v[i] > v[i+1] ) {
                scambia( &v[i], &v[i+1]);
                ordinato = 0;
            }
        }
        n--;
    }
}
```

11

Esercizio 2 - Soluzione

(ordinamento)

```
... // riprendo parte dell'esercizio 1

int main(void) {
    int v[6];
    int i;

    for (i=0; i<6; i++) scanf("%d", &v[i]);
    naiveSort(v, 6);
    for (i=0; i<6; i++) printf("%d ", v[i]);
    printf("\n");
    printCounters();

    resetCounters();
    for (i=0; i<6; i++) scanf("%d", &v[i]);
    bubbleSort(v, 6);
    for (i=0; i<6; i++) printf("%d ", v[i]);
    printf("\n");
    printCounters();

    system("PAUSE");
    return (0); }
```

12

Esercizio 3

(ordinamento)

- Implementare e modificare l'algoritmo Insert Sort visto a lezione al fine di ordinare un array di float
- Realizzare un programma che legga un vettore di MAXDIM elementi di tipo float, lo ordini usando l'algoritmo InsertSort e stampi a video l'array ordinato.

Suggerimenti:

- Sarà necessario modificare i prototipi delle funzioni usate...
- Sarà necessario controllare che le operazioni di confronto siano ancora effettivamente valide...
- Sarà necessario controllare che le operazioni di assegnamento siano *compatibili* col nuovo tipo...

13

Esercizio 3

(ordinamento)

Per comodità:

```
void insOrd(int v[], int pos) {
    int i = pos-1, x = v[pos];

    while (i>=0 && x<v[i]) {
        v[i+1]= v[i]; /* crea lo spazio */
        i--;
    }
    v[i+1]=x; /* inserisce l'elemento */
}

void insertSort(int v[], int n) {
    int k;
    for (k=1; k<n; k++)
        insOrd(v,k);
}
```

14

Esercizio 3 - Soluzione

(ordinamento)

```
void insOrdF(float v[], int pos) {
    int i = pos-1;
    float x = v[pos];

    while (i>=0 && x < v[i]) {
        v[i+1] = v[i]; /* crea lo spazio */
        i--;
    }
    v[i+1]=x; /* inserisce l'elemento */
}

void insertSortF(float v[], int n) {
    int k;
    for (k=1; k<n; k++)
        insOrdF(v,k);
}
```

15

Esercizio 4

(ordinamento)

Un sito web del turismo trentino tiene un elenco aggiornato delle stazioni sciistiche e del manto nevoso (in cm, un intero). Si deve realizzare un programma che chieda in ingresso, per MAXDIM località, il nome di una località (al più 20 caratteri senza spazi), e l'altezza del manto nevoso (un intero).

- A tal fine si definisca una apposita struttura dati **stazione**
- Si definisca un array di MAXDIM elementi di tipo **stazione**, e si chiedano all'utente i dati relativi a MAXDIM località (nome e neve), memorizzandoli nell'array
- Si realizzi una funzione **compare(stazione s1, stazione s2)** che restituisce -1, 0 o 1 a seconda che il manto nevoso in **s1** sia rispettivamente minore, uguale o maggiore al manto nevoso in **s2**
- Si modifichi l'algoritmo Merge Sort visto a lezione, e lo si utilizzi per ordinare le località in base alla neve presente (suggerimento: si usi la funzione **compare(...)**)
- Si stampi a video l'elenco ordinato delle località

16

Esercizio 4

(ordinamento)

Per comodità:

```
void merge(int v[], int i1, int i2, int fine, int vout[]) {
    int i=i1, j=i2, k=i1;

    while ( i <= i2-1 && j <= fine ) {
        if (v[i] < v[j]) {
            vout[k] = v[i];
            i++;
        }
        else {
            vout[k] = v[j];
            j++;
        }
        k++;
    }
    while (i<=i2-1) {
        vout[k]=v[i];
        i++; k++;
    }
    while (j<=fine) {
        vout[k]=v[j];
        j++; k++;
    }
    for (i=i1; i<=fine; i++) v[i] = vout[i];
}
```

17

Esercizio 4

(ordinamento)

Per comodità:

```
void mergeSort(int v[], int iniz, int fine, int vout[]) {
    int mid;

    if ( iniz < fine ) {
        mid = (fine + iniz) / 2;
        mergeSort(v, iniz, mid, vout);
        mergeSort(v, mid+1, fine, vout);
        merge(v, iniz, mid+1, fine, vout);
    }
}
```

18

Esercizio 4 - Soluzione

(ordinamento)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

typedef struct stazione {
    char nome[21];
    int neve;
} Stazione;

int compare(Stazione s1, Stazione s2) {
    if (s1.neve < s2.neve)
        return -1;
    else
        if (s1.neve == s2.neve)
            return 0;
        return 1;
}
```

19

Esercizio 4 - Soluzione

(ordinamento)

```
void mergeS(Stazione v[], int i1, int i2, int fine, Stazione vout[]) {
    int i=i1, j=i2, k=i1;

    while ( i <= i2-1 && j <= fine ) {
        if (compare(v[i].neve, v[j].neve) < 0) {
            vout[k] = v[i];
            i++;
        }
        else {
            vout[k] = v[j];
            j++;
        }
        k++;
    }
    while (i<=i2-1) {
        vout[k]=v[i];
        i++; k++;
    }
    while (j<=fine) {
        vout[k]=v[j];
        j++; k++;
    }
    for (i=i1; i<=fine; i++) v[i] = vout[i];
}
```

20

Esercizio 4 - Soluzione

(ordinamento)

```
void mergeSortS(Stazione v[], int iniz, int fine, Stazione vout[]) {
    int mid;
    if ( iniz < fine ) {
        mid = (fine + iniz) / 2;
        mergeSortS(v, iniz, mid, vout);
        mergeSortS(v, mid+1, fine, vout);
        mergeS(v, iniz, mid+1, fine, vout);
    }
}

int main(void) {
    Stazione v[3];
    Stazione temp[3];
    int i;

    for (i=0; i<3; i++) {
        printf("nome: ");
        scanf("%s", v[i].nome);
        printf("Neve: ");
        scanf("%d", &(v[i].neve));
    }
    mergeSortS(v, 0, 2, temp);
    for (i=0; i<3; i++) printf("%s: %d\n", v[i].nome, v[i].neve);
    system("PAUSE"); return (0); }
```

21

Esercizio 5

(ordinamento)

- Implementare e modificare gli algoritmi Insert Sort, Merge Sort e Quick Sort visti a lezione al fine di contare i confronti e gli scambi eseguiti
- Realizzare un programma che legga un vettore di MAXDIM elementi e ne esegua l'ordinamento con gli algoritmi di cui al punto precedente, e stampi a video il numero di confronti e scambi effettuato da ogni algoritmo

22

Esercizio 5 - Soluzione

(ordinamento)

```
void insOrd(int v[], int pos) {
    int i = pos-1, x = v[pos];
    while (i>=0 && x<v[i]) {
        v[i+1]= v[i]; /* crea lo spazio */
        incSwap(); // non proprio corretto: qui non ho uno swap, ma
        i--;       // solo un assegnamento...
        incComp(); // potrebbe "difettare" di 1...
    }
    v[i+1]=x; /* inserisce l'elemento */
    // incSwap(); // ancora ???
}

void insertSort(int v[], int n) {
    int k;
    resetCounters();
    for (k=1; k<n; k++)
        insOrd(v,k);
}
```

23

Esercizio 5 - Soluzione

(ordinamento)

```
void mergeSort(int v[], int iniz, int fine, int vout[]) {
    int mid;

    resetCounters();
    if ( iniz < fine ) {
        mid = (fine + iniz) / 2;
        mergeSort(v, iniz, mid, vout);
        mergeSort(v, mid+1, fine, vout);
        merge(v, iniz, mid+1, fine, vout);
    }
}
```

24

Esercizio 5 - Soluzione

(ordinamento)

```
void merge(int v[], int il, int i2, int fine, int vout[]) {
    int i=il, j=i2, k=il;

    while ( i <= i2-1 && j <= fine ) {
        incComp();
        incSwap(); // non corretto... ho solo assegnamento, e non swap...
        if (v[i] < v[j]) {
            vout[k] = v[i];
            i++;
        }
        else {
            vout[k] = v[j];
            j++;
        }
        k++;
    }
    while (i<=i2-1) {
        incSwap(); // non corretto...
        vout[k]=v[i];
        i++; k++;
    }
    while (j<=fine) {
        incSwap(); // non corretto...
        vout[k]=v[j];
        j++; k++;
    }
    for (i=il; i<=fine; i++) v[i] = vout[i];
}
```

25

Esercizio 6

(riepilogo su ordinamento)

“Astrazione” degli algoritmi di ordinamento

- Implementare i diversi algoritmi di ordinamento, facendo in modo di **astrarre completamente dal tipo** degli elementi del vettore
- Fare anche in modo che vengano stampate delle **statistiche sul numero di confronti e di scambi** effettuati
- Validare la soluzione su un vettore di interi, un vettore di caratteri, un vettore di stringhe

26

Esercizio 6

(riepilogo su ordinamento)

- Quali sono le istruzioni utilizzate in fase di ordinamento che dipendono dal TIPO dell'elemento?
 - Confronto tra due elementi
 - Assegnamento di un elemento a un altro elemento
 - Swap?
 - dipende dal tipo a causa degli assegnamenti effettuati
 - quindi ci riconduciamo al caso precedente

27

Esercizio 6

(riepilogo su ordinamento)

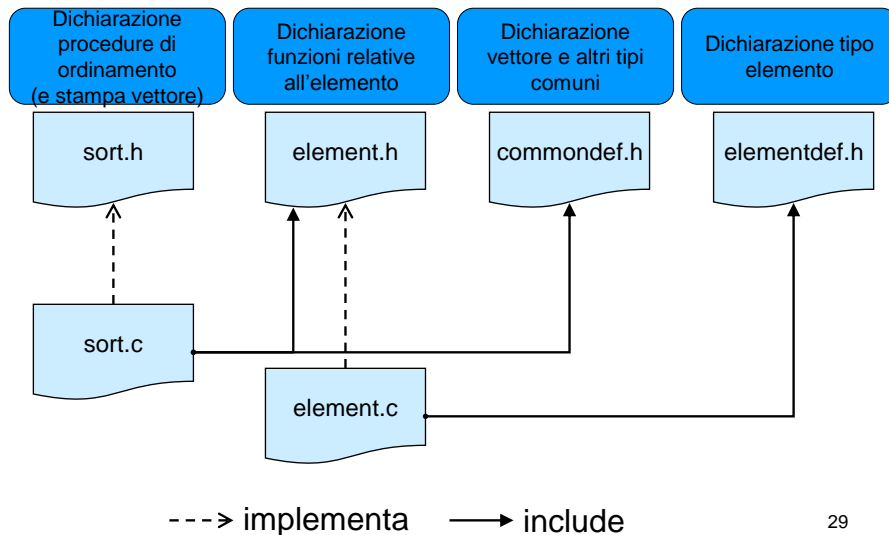
- Quindi dobbiamo sostituire
 - Confronti
 - Assegnamenti
- ...con delle funzioni capaci di eseguire il confronto e l'assegnamento

```
int compare(Element e1, Element e2);  
void assign(Element *lvalue, Element rvalue);
```

28

Esercizio 6

(riepilogo su ordinamento)



29

Esercizio 6

(riepilogo su ordinamento)

■ **elementdef.h**

- Contiene la dichiarazione `typedef ... Element;`

■ **element.h**

- Contiene le dichiarazioni delle funzioni per manipolare un elemento

■ Quindi se cambio tipo devo aggiornare unicamente

- **elementdef.h**
- **element.c** (l'header rimane uguale, cambia l'implementazione in base al tipo)

30

Esercizio 6

(riepilogo su ordinamento)

Contenuto di element.h

- `int compare(Element e1, Element e2);`
 - Restituisce un numero negativo se `e1 < e2`, 0 se `e1 == e2`, un numero positivo se `e1 > e2`
- `void swap(Element *e1, Element *e2);`
 - Scambio elementi (utilizzando assign!!!)
- `void assign(Element *lvalue, Element rvalue);`
 - Assegna il contenuto di `rvalue` a `lvalue`
- `void printElement(Element e);`
 - Stampa l'elemento a video
- `void printStatistics();`
 - Stampa le statistiche relative a confronti e scambi
 - Suggerimento: utilizzare due variabili contatore globali

31

Esercizio 6 - Soluzione

(riepilogo su ordinamento)

elementdef.h

■ Nel caso di interi...

```
#ifndef ELEMENTDEF
#define ELEMENTDEF
    typedef int Element;
#endif
```

■ Nel caso di stringhe...

```
#ifndef ELEMENTDEF
#define ELEMENTDEF
    typedef char* Element;
#endif
```

32

Esercizio 6 - Soluzione

(riepilogo su ordinamento)

element.h

```
#ifndef ELEMENT
#define ELEMENT
    int compare(Element e1, Element e2);
    void swap(Element *e1, Element *e2);
    void assign(Element *lvalue, Element rvalue);
    void printElement(Element e);
    void printStatistics();
#endif
```

33

Esercizio 6 - Soluzione

(riepilogo su ordinamento)

element.c

```
#include "elementdef.h"
#include <stdio.h>
#include <string.h> //se il tipo è stringa...

int compareCounter = 0;
int swapCounter = 0;
void incrementCompareCounter()
{
    compareCounter++;
}

void incrementSwapCounter()
{
    swapCounter++;
}
```

34

Esercizio 6 - Soluzione

(riepilogo su ordinamento)

element.c

```
void assign(Element *lvalue, Element rvalue)
{
    *lvalue = rvalue;
}

void swap(Element *e1, Element *e2)
{
    Element tmp;
    assign(&tmp, *e1);
    assign(e1, *e2);
    assign(e2, tmp);
    incrementSwapCounter();
}
```

35

Esercizio 6 - Soluzione

(riepilogo su ordinamento)

element.c

```
■ Nel caso di interi...
int compare(Element e1, Element e2)
{
    incrementCompareCounter();
    return e1 - e2;
}
void printElement(Element e)
{
    printf("%d\n", e);
}
■ Nel caso di stringhe...
int compare(Element e1, Element e2)
{
    incrementCompareCounter();
    return strcmp(e1, e2);
}
// e ovviamente printElement con %s
```

36

Esercizio 6 - Soluzione

(riepilogo su ordinamento)

commondef.h - sort.h

■ commondef.h

```
#ifndef COMMONDEF
#define COMMONDEF
#define DIM 20
    typedef Element Array[DIM];
#endif
```

■ sort.h

```
void printArray(Array a, int dim);
void naiveSort(Array a, int dim);
// e tutti gli altri tipi di sort...
```

37

Esercizio 6 - Soluzione

(riepilogo su ordinamento)

sort.c

```
#include "elementdef.h"
#include "commondef.h"
#include "element.h"
#include <stdio.h>

void printArray(Array a, int dim)
{
    int i;
    printf("---VETTORE---\n");
    for(i = 0; i < dim; i++)
        printElement(a[i]);
    printf("-----\n");
}
```

38

Esercizio 6 - Soluzione

(riepilogo su ordinamento)

sort.c

```
void naiveSort(Array a, int dim) {
    int j, i, posmin;
    Element min;

    for (j = 0; j < dim; j++) {
        posmin = j;
        for ( assign(&min, a[j]), i = j + 1; i < dim; i++) {
            if(compare(a[i], min) < 0) {
                posmin = i;
                assign(&min, a[i]);
            }
        }
        if (posmin != j)
            swap(&a[j], &a[posmin]);
    }
}
```

39