

**LABORATORIO DI PROGRAMMAZIONE 1**  
**CORSO DI LAUREA IN MATEMATICA**  
**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**  
**2021–2022**

INDICE

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Parte 1. L'algoritmo euclideo</b>                                 | <b>3</b>     |
| Esercizio 1  | 3            |
| <i>L'algoritmo euclideo</i>  | 3            |
| Tempo: 15 min.   | 3            |
| Esercizio 2  | 4            |
| <i>L'algoritmo euclideo: input dell'utente</i>                       | 4            |
| Tempo: 15 min.   | 4            |
| Esercizio 3  | 4            |
| <i>L'algoritmo euclideo: validazione dell'input</i>                  | 4            |
| Tempo: 15 min.   | 4            |
| Esercizio 4  | 4            |
| <i>L'algoritmo euclideo: conteggio delle iterazioni</i>              | 4            |
| Tempo: 10 min.   | 4            |
| <br><b>Parte 2. Una rudimentale calcolatrice</b>                     | <br><b>4</b> |
| Esercizio 5  | 4            |
| <i>Calcolatrice usa e getta</i>                                      | 4            |
| Tempo: 20 min.   | 5            |
| Esercizio 6  | 5            |
| <i>Calcolatrice usa e getta, gestione degli errori</i>               | 5            |
| Tempo: 10 min.   | 5            |
| Esercizio 7  | 5            |
| <i>Calcolatrice riutilizzabile</i>                                   | 5            |
| Tempo: 15 min.   | 5            |
| Esercizio 8  | 5            |
| <i>Calcolatrice riutilizzabile con pulsante Off</i>                  | 5            |
| Tempo: 10 min.   | 5            |
| <br><b>Parte 3. Analisi dei caratteri con l'intestazione ctype.h</b> | <br><b>5</b> |
| Esercizio 9  | 6            |
| <i>Lettere maiuscole e minuscole</i>                                 | 6            |
| Tempo: 15 min.   | 6            |
| Esercizio 10   | 6            |
| <i>Lettere maiuscole e minuscole iterate</i>                         | 6            |
| Tempo: 15 min.   | 6            |

|  |   |
|--|---|
| Esercizio 11   | 7 |
| <i>Conversione in maiuscola</i>                                    | 7 |
| Tempo: 10 min.   | 7 |
| Esercizio 12   | 7 |
| <i>Conversione in maiuscola o minuscola</i>                        | 7 |
| Tempo: 15 min.   | 7 |
| Esercizio 13   | 7 |
| <i>Conversione in maiuscola o minuscola con controllo d'errore</i> | 7 |
| Tempo: 5 min.  | 7 |

## Parte 1. L'algoritmo euclideo

### ESERCIZIO 1

*L'algoritmo euclideo.*

Tempo: 15 min.

La Figura 1 mostra un'implementazione parziale dell'algoritmo euclideo delle sottrazioni successive per il calcolo del massimo comun divisore di due numeri naturali. Completatela.

E poi *sperimentate* con i possibili valori delle variabili: cosa succede se non si rispetta la specifica  $a, b > 0$  per i valori in ingresso? Vi sono casi in cui il programma *non termina*?

```

1  _____ Euclide.c _____
2
3  /*****
4   * Calcola il m.c.d di due interi a, b > 0 applicando *
5   * l'algoritmo delle sottrazioni successive di Euclide. *
6   *****/
7
8  int main(void)
9  {
10     int a=214, b=128; //Deve essere a,b > 0
11
12     printf("Il m.c.d. di %d e %d e': ",a,b);
13
14     while (a != b)    //Fino a quando a e b sono diversi...
15         if (a > b)    //Se a > b,
16             ....    //sostituisci a con a-b.
17         else          //Altrimenti,
18             ....    //sostituisci b con b-a.
19
20     printf("%d\n",a);
21     return 0;
22 }
23
24

```

FIGURA 1. L'algoritmo euclideo delle sottrazioni successive in C.

### “M’è andato in loop il programma...” — `ctrl+C`

Così si dice a volte in gergo per indicare la circostanza che, a fronte di certi valori in ingresso, il programma in questione non termini. La locuzione è dovuta al fatto che spesso (ma non sempre, naturalmente) la mancata terminazione del programma è dovuta a un ciclo — in inglese, *loop* — che continua indefinitamente a eseguire iterazioni. La sequenza `ctrl+C` invia un *segnale di terminazione* al programma in esecuzione, costringendolo<sup>a</sup> a interrompere l’esecuzione.

<sup>a</sup>È possibile che un programma si rifiuti di terminare nonostante glielo si intimi con `ctrl+C`. Senza entrare nei dettagli, basterà dire che il codice scritto da voi in questo corso risponderà sempre a `ctrl+C` con la terminazione.

## ESERCIZIO 2

*L’algoritmo euclideo: input dell’utente.*

Tempo: 15 min.

Usate la funzione `scanf` per leggere i valori digitati dall’utente.

Modificate la vostra soluzione all’Esercizio 1 in modo che sia l’utente a inserire da terminale i valori delle variabili `a` e `b`, all’inizio dell’esecuzione.

## ESERCIZIO 3

*L’algoritmo euclideo: validazione dell’input.*

Tempo: 15 min.

Quale costrutto della programmazione strutturata è necessario usare qui? Sequenza, iterazione o selezione?

Modificate la vostra soluzione all’Esercizio 2 in modo che il programma si assicuri che i valori di `a` e `b` inseriti dall’utente soddisfino le precondizioni:  $a, b > 0$ .

Nel caso ciò non avvenga, visualizzate un appropriato messaggio d’errore per l’utente e terminate immediatamente l’esecuzione con l’istruzione `return -1`.

## ESERCIZIO 4

*L’algoritmo euclideo: conteggio delle iterazioni.*

Tempo: 10 min.

Modificate la vostra soluzione all’Esercizio 3 in modo che, al termine del calcolo del m.c.d., il programma visualizzi il numero di iterazioni `while` che ha eseguito. Usate una variabile intera per tenere traccia del numero di iterazioni. Incrementate di una unità il valore della variabile ad ogni successiva iterazione.

Restituire il valore `-1` segnala convenzionalmente al sistema operativo una condizione eccezionale di terminazione della funzione `main`. Ne parleremo più avanti nel corso.

## Parte 2. Una rudimentale calcolatrice

## ESERCIZIO 5

*Calcolatrice usa e getta.*

Tempo: 20 min.

Scrivete un programma secondo le specifiche seguenti.

- (1) All'avvio, il programma chiede all'utente di inserire due valori reali (tipo `double`).
- (2) Acquisiti i due operandi, il programma chiede all'utente se voglia eseguire una somma, una sottrazione, una moltiplicazione, o una divisione.
- (3) L'utente inserisce uno fra gli interi 1, 2, 3, e 4 per indicare la sua scelta.
- (4) Acquisita la scelta dell'utente, il programma esegue l'operazione richiesta, visualizza il risultato, e termina.

*Osservate:* l'analisi dei dati inseriti dall'utente si basa sul costrutto `selezione`. È necessario usare il costrutto `iterazione` in questo programma?

#### ESERCIZIO 6

*Calcolatrice usa e getta, gestione degli errori.*

Tempo: 10 min.

Modificate la calcolatrice scritta per l'Esercizio 5 di modo che:

- (1) Se la scelta dell'utente non è uno degli interi 1, 2, 3, e 4, il programma termina visualizzando un appropriato messaggio d'errore.
- (2) Se l'utente sceglie di eseguire una divisione, ma inserisce valore zero per il divisore, il programma termina visualizzando un appropriato messaggio d'errore.

#### ESERCIZIO 7

*Calcolatrice riutilizzabile.*

Tempo: 15 min.

Modificate la calcolatrice con gestione degli errori scritta per l'Esercizio 6 di modo che, in caso di visualizzazione di un messaggio d'errore, il programma riprenda l'esecuzione dall'inizio, proponendo all'utente la scelta dell'operazione da compiere. Analogamente, fate sì che quando una operazione è stata eseguita con successo, il programma ritorni all'inizio.

*Osservate:* "riutilizzare la calcolatrice" vorrà quindi dire "ripetere (l'esecuzione di un brano di codice) tramite iterazione"

(Suggerimento. Usate un'istruzione `while` con condizione sempre verificata per realizzare un ciclo infinito.)

La versione più semplice di una tale iterazione è:

```
while (1)
    istruzione
```

#### ESERCIZIO 8

*Calcolatrice riutilizzabile con pulsante Off.*

Tempo: 10 min.

Modificate la calcolatrice riutilizzabile scritta per l'Esercizio 7 di modo che l'utente abbia anche la scelta (oltre a 1–4) di uscire dal programma.

### Parte 3. Analisi dei caratteri con l'intestazione `cctype.h`

### Classi di caratteri

Il file di intestazione `ctype.h` della libreria standard contiene funzioni di utilità per l'analisi dei caratteri. Ad esempio, la funzione `int isalpha(char c)` restituisce un intero non nullo se `c` è un carattere alfabetico, e zero altrimenti. La funzione `int isdigit(char c)` restituisce un intero non nullo se `c` è una cifra (cioè un carattere nell'insieme `{'0', '1', ..., '9'}`) e zero altrimenti. La funzione `int isupper(char c)` restituisce un intero non nullo se `c` è una lettera maiuscola, e zero altrimenti; la funzione `int islower(char c)` è analoga per le lettere minuscole. La funzione `int toupper(char c)` restituisce (come `int`) il carattere `c` convertito in maiuscola, se esso è un carattere alfabetico; altrimenti, poiché non ha senso convertire in maiuscola un carattere non alfabetico, la funzione restituisce il carattere `c` privo di modifiche. La funzione `int tolower(char c)` è analoga per le lettere minuscole.

### ESERCIZIO 9

*Lettere maiuscole e minuscole.*

Tempo: 15 min.

Usate la funzione `getchar()` di `stdio.h`. Se `car` è una variabile di tipo `char`, l'istruzione `c=getchar();` legge il carattere digitato dall'utente.

Scrivete un programma che chieda all'utente di inserire un carattere, e visualizzi poi le informazioni seguenti. Se il carattere non è alfabetico, il programma scrive in uscita `Il carattere c non è alfabetico`, dove `c` sta per il carattere digitato dall'utente. Se il carattere è alfabetico, il programma scrive in uscita `Il carattere c è una lettera maiuscola`, oppure `Il carattere c è una lettera minuscola`, a seconda del caso che si verifica. Una volta visualizzate le informazioni appropriate, il programma termina. (*Suggerimenti.* Occorre includere `ctype.h` con la direttiva `#include <ctype.h>`. Come esempio d'uso delle funzioni definite in questo file di intestazione, si consideri la chiamata

```
ris=isupper('A');
```

dove `ris` è una variabile di tipo `int`. Dopo la chiamata `ris` contiene un valore non nullo, perché `'A'` è un carattere maiuscolo. Si consideri d'altronde la chiamata

```
c=tolower('A');
```

dove `c` è una variabile di tipo `char`. Dopo la chiamata `c` contiene il carattere `'a'`.)

### ESERCIZIO 10

*Lettere maiuscole e minuscole iterate.*

Tempo: 15 min.

Modificate la soluzione dell'Esercizio 9 di modo che, analizzato il primo carattere inserito dall'utente e visualizzate le informazioni relative, il programma torni a chiedere all'utente l'inserimento di un nuovo carattere da analizzare. (Ciò vale anche nel caso in cui il carattere inserito non sia alfabetico.) L'iterazione continua fino a che l'utente non preme direttamente il tasto INVIO alla richiesta di inserimento del carattere. A quel punto, il programma termina.

Il carattere restituito da `getchar()` quando l'utente digita INVIO è `\n`.

## ESERCIZIO 11

*Conversione in maiuscola.*

Tempo: 10 min.

Scrivete un programma che chieda all'utente di inserire un carattere, e lo visualizzi convertito in maiuscola. Se il carattere inserito non è alfabetico il programma lo visualizza invariato.

## ESERCIZIO 12

*Conversione in maiuscola o minuscola.*

Tempo: 15 min.

Modificate la soluzione dell'Esercizio 11 di modo che il programma, dopo aver acquisito il carattere dall'utente, chieda all'utente se intende eseguire una conversione in maiuscola o in minuscola, e proceda poi di conseguenza. (*Suggerimento.* Visualizzate la frase **Conversione in maiuscola o in minuscola?** (**1=maiuscola, altro numero=minuscola**) e leggete un intero. Confrontatelo con **1** usando l'operatore **==** nella condizione di una selezione **if-else**.

## ESERCIZIO 13

*Conversione in maiuscola o minuscola con controllo d'errore.*

Tempo: 5 min.

Modificate la soluzione dell'Esercizio 12 di modo che il programma visualizzi un messaggio d'errore appropriato nel caso in cui il carattere inserito dall'utente non sia alfabetico, e termini.

Qual è il *primo* punto del codice nella soluzione dell'Esercizio 13 in cui è sensato inserire il controllo sulla natura alfabetica del carattere inserito dall'utente? Poiché il testo dell'esercizio non specifica altrimenti, è opportuno assicurarsi di aver inserito il controllo in questo punto: è questa la codifica più naturale, *ceteris paribus*.

*Chiedetevi:* cosa fa il mio programma se l'utente inserisce un dato inatteso, come per esempio il carattere **a**? Un buon programma tiene conto dell'eventualità che l'utente si comporti in modo inatteso — esso è, come si suol dire, “a prova di sciocco” (*foolproof*, in inglese). In questo esercizio, e in ogni caso in questa fase iniziale del corso, non è importante che il vostro programma si comporti in modo ragionevole a fronte di *qualunque* valore in ingresso: è però importante che acquistiate l'abitudine a rendere esplicite le assunzioni che fate sui dati in ingresso.