

# Programmazione in ANSI C

Standard del 1989 ...  
Con successive aggiunte

# Le fasi della programmazione

- Ad un primo livello di astrazione l'attività della programmazione può essere suddivisa in quattro (macro) fasi principali.
  1. Definizione del problema (**specificazione**)
  2. Individuazione di un procedimento risolutivo (**algoritmo**)
  3. Codifica dell'algoritmo in un linguaggio di programmazione (**codifica**)
  4. Esecuzione e messa a punto (**esecuzione e testing**)

# Il linguaggio C

- I linguaggi direttamente eseguibili dalla macchina sono sequenze binarie difficili da comprendere e manipolare per gli umani (**linguaggio macchina**)
  - (se riusciamo) vedremo un piccolo esempio
- Tutti i programmi vengono scritti **in linguaggi ad alto livello** (come il C) che sono leggibili, compatti e modificabili
- Ci sono dei **concetti base** per la programmazione che si ritrovano in ogni linguaggio ad alto livello, noi li descriveremo in generale esemplificandoli nel linguaggio C

# Il linguaggio C

- Prima di essere eseguiti i linguaggi ad alto livello devono essere tradotti in linguaggio macchina (**compilazione** o **interpretazione**)
- La traduzione può essere effettuata dal computer utilizzando opportuni programmi (**compilatori**, **interpreti**)
- Più avanti vedremo un po' in dettaglio questo processo relativamente al linguaggio C

# Codifica in C

Essenzialmente ogni volta che andremo a codificare un algoritmo come un programma C dovremo specificare :

1. Come leggere i dati di ingresso su cui lavorare
  - da tastiera, file o altro
2. Come rappresentare i dati in ingresso ed intermedi
3. Quali passi devono essere fatti per realizzare l'algoritmo che abbiamo in mente
4. Come fornire il risultato
  - Su schermo, file o altro

# Letture/scrittura: `stdio.h`

- Per le interazioni con l'esterno utilizzeremo le funzioni della libreria `stdio.h`
- Moltissime funzioni, per ora:
  - `scanf()` per leggere dati da tastiera
  - `printf()` per scrivere i dati sullo schermo
  - Ne introdurremo le caratteristiche attraverso un alcuni di semplici esempi e nelle prossime lezioni aggiungeremo informazioni e dettagli
- Panoramica più ampia della libreria più avanti

# Un primo programma C

Ogni programmatore che si rispetti prova a risolvere il problema di stampare la frase «Ciao Mondo!» sullo schermo.

- Quindi ovviamente ci proviamo anche noi
- In questo caso l'algoritmo è del tutto banale!
- Si tratta di rappresentare in qualche modo la frase e usare le funzioni di libreria **stdio.h** per la stampa sullo schermo

# Un primo programma C

```
#include <stdio.h>

int main(void)
/* Stampa un messaggio sullo schermo. */
{ printf("Ciao mondo!\n");
  return 0;
}
```

Questo programma stampa sullo schermo una riga di testo:

Ciao mondo!

Vediamo in dettaglio ogni riga del programma.

# Un primo programma C

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

```
int main(void)
```

```
/* Stampa un messaggio sullo schermo. */
```

```
{
```

```
    printf("Ciao mondo!\n");
```

```
    return 0;
```

```
}
```

E' una direttiva al *preprocessore* un programma di manipolazione testuale che elabora il sorgente prima del compilatore C.

In questo caso serve a ricopiare tutte le informazioni che permettono al compilatore di verificare l'uso corretto delle funzioni della libreria stdio.h (come la printf()...)

# Un primo programma C

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

```
int main(void)
```

```
/* Stampa un messaggio sullo schermo. */
```

```
{
```

```
    printf("Ciao mondo!\n");
```

```
    return 0;
```

```
}
```

E' il prototipo della funzione principale del programma, da cui inizierà l'esecuzione (si deve chiamare obbligatoriamente **main**) in questo caso non prende nessun argomento (il **void** fra parentesi) e restituisce un valore intero (il **int** prima di **main**).

In C, la funzione main deve sempre restituire un valore, che indica se è andato tutto bene o no.

# Un primo programma C

```
#include <stdio.h>

int main(void)
/* Stampa un messaggio sullo schermo. */
{
    printf("Ciao mondo!\n");
    return 0;
}
```

Le parentesi delimitano il *blocco* che costituisce il *corpo* della funzione `main()` cioè l'insieme di *istruzioni* che devono essere eseguiti dalla funzione e le *variabili* utilizzate.

# Un primo programma C

```
#include <stdio.h>

int main(void)
/* Stampa un messaggio sullo schermo. */
{
    printf("Ciao mondo!\n");
    return 0;
}
```

In questo caso abbiamo solo due istruzioni nel blocco, la prima è una chiamata alla funzione di libreria `printf()` che ha come effetto di visualizzare (stampare) sullo schermo una sequenza di caratteri tra apici.

# Un primo programma C

```
#include <stdio.h>

int main(void)
/* Stampa un messaggio sullo schermo. */
{
    printf("Ciao mondo!\n");
    return 0;
}
```

Una «sequenza di caratteri tra apici» viene comunemente detta **stringa** : in questo caso abbiamo una stringa costante, cioè che non muta il suo valore per tutta l'esecuzione del programma.

Il carattere speciale **\n** corrisponde al ritorno carrello ed ha l'effetto di un'andata a capo.

# Un primo programma C

```
#include <stdio.h>

int main(void)
/* Stampa un messaggio sullo schermo. */
{
    printf("Ciao mondo!\n");
    return 0;
}
```

Più precisamente questa è una istruzione semplice e come ogni istruzione semplice deve terminare con un punto e virgola (;)

Inoltre alle istruzioni semplici, esistono anche istruzioni composte (che non richiedono il « ; ») le vedremo più avanti

# Un primo programma C

```
#include <stdio.h>

int main(void)
/* Stampa un messaggio sullo schermo. */
{
    printf("Ciao mondo!\n");
    return 0;
}
```

Questa istruzione specifica che la funzione è terminata e fornisce il valore che deve essere restituito a chi ha richiesto l'esecuzione del programma C (ad esempio la shell ...). Per convenzione 0 (o, meglio, il valore predefinito EXIT\_SUCCESS) significa tutto OK, mentre tutto il resto indica un errore.

# Un primo programma C

```
#include <stdio.h>

int main(void)
/* Stampa un messaggio sullo schermo. */
{
    printf("Ciao mondo!\n");
    return 0;
}
```

Questo è un commento (racchiuso fra `/* ... */`)  
Vedremo durante il corso quali sono le strategie migliori per commentare un programma in modo da aggiungere informazioni che facilitino la comprensione da altri ... ( O da chi lo ha scritto dopo qualche tempo)

# Un primo programma C

```
#include <stdio.h>

int main(void)
/* Stampa un messaggio sullo schermo. */
{
    printf("Ciao mondo!\n");
    return 0;
}
```

Alcune note:

- In C si usa l'indentazione per rendere i programmi più comprensibili (ma non è essenziale per la semantica, come in Python)
- Il C è case sensitive, printf() è diversa da PRINTF() o PrInTf()

# Un primo programma C

Come è possibile mandare in esecuzione il programma appena visto ed ottenere la stampa della stringa sullo schermo ? Dipende dall'ambiente che utilizziamo, nel corso ci riferiremo all'ambiente GNU tipico utilizzando una shell bash. Dovremo

- Compilare : per trasformare quanto abbiamo scritto nel file eseguibile (binario comprensibile alla macchina)
- Eseguire : richiedere alla macchina di caricare il programma in RAM ed istruire il processore ad avviare l'esecuzione dalla prima istruzione del main

Lo vedremo in laboratorio .....

# Esempio 2: Calcolo dell'area

Cerchiamo adesso di affrontare un problema un po' impegnativo dal punto di vista algoritmico:

- Vogliamo calcolare l'area di un rettangolo
- Leggendo da tastiera i valori di base ed altezza
- E stampando sullo schermo il risultato
- Anche in questo caso utilizzeremo le funzioni della libreria standard per leggere da tastiera gli input e scrivere sullo schermo

# Calcolo dell'area : algoritmo

L'algoritmo è molto semplice

- Leggiamo da input il valore della base
- Leggiamo da input il valore dell'altezza
- Calcoliamo l'area (base per altezza)
- Stampiamo il valore dell'area

*E' evidente che abbiamo bisogno di qualcosa di nuovo. Dei contenitori per raccogliere i valori letti e per memorizzare il risultato intermedio in attesa di elaborarlo e stamparlo. Ci servono le **variabili***

# Variabili

- Una variabile è un *nome simbolico* collegato ad un *valore*
  - parleremo anche di un contenitore in cui può essere inserito/contenuto/memorizzato un valore
- Molti linguaggi di programmazione (fra cui il C) forniscono la possibilità di definire variabili per contenere i valori necessari al calcolo
- Nel nostro caso ....

# Area: algoritmo con variabili

Supponiamo di avere tre variabili di nome simbolico  $b$ ,  $h$ ,  $A$

L'algoritmo è molto semplice

- Leggiamo da input il valore della base e inseriamolo in  $b$
- Leggiamo da input il valore dell'altezza e inseriamolo in  $h$
- Calcoliamo l'area ed assegnamola ad  $A = b \times h$
- Stampiamo  $A$

# Il calcolo dell'area : codifica

- In C è possibile definire variabili per contenere valori di vario tipo, che astraggono la memoria necessaria per rappresentare questi valori
- Ogni variabile **deve** essere definita **esplicitamente all'inizio del blocco che la utilizza**, per mezzo di una dichiarazione che specifica il tipo dei valori che deve contenere
- Il C ammette un insieme finito di *tipi predefiniti* per le variabili
  - Nel programma del calcolo dell'area usiamo il **double**, uno dei tipi per rappresentare i reali

# Calcolo dell'area ... In C

```
#include <stdio.h>

int main(void) {
    double h,b,A;
    printf("Inserisci la base:");
    scanf("%lf",&b);
    printf("Inserisci l'altezza:");
    scanf("%lf",&h);

    A = h * b;

    printf("L'area e' : %f\n",A);
    return 0;
}
```

# Calcolo dell'area: output

Questo programma stampa sullo schermo una riga di testo:

Inserisci la base:

Se digitiamo 50.1 e ↓ (invio)

Inserisci la base: 50.1  
Inserisci l'altezza:

Se digitiamo 12.7 e ↓ (invio)

Inserisci la base: 50.1  
Inserisci l'altezza: 12.7  
L'area è: 636.27

# Calcolo dell'area ... in C

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

```
int main(void) {
```

```
    double h,b,A;
```

Dichiarazione di  
3 variabili



```
    printf("Inserisci la base:");
```

```
    scanf("%lf",&b);
```

```
    printf("Inserisci l'altezza:");
```

```
    scanf("%lf",&h);
```

```
    A = h * b;
```

```
    printf("L'area e' : %f\n",A);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

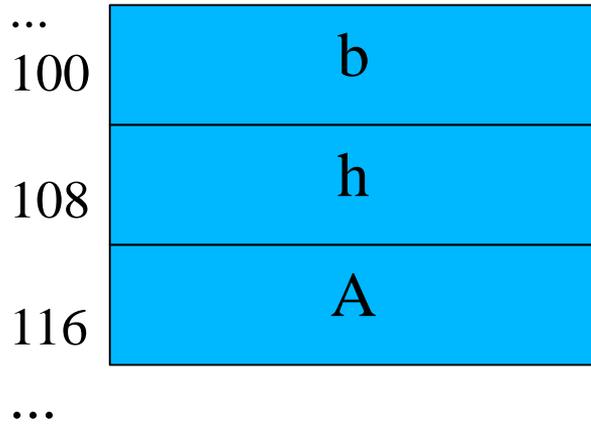
## Effetto delle dichiarazioni

...	
100	b
108	h
116	A
...	

Per capire il significato del programma che avete appena visto (la sua *semantica*) è necessario spiegare come vede la memoria un programma C

- Una sequenza di byte, con indirizzi interi positivi
- Ogni variabile corrisponde a un gruppo di byte contigui cui è associato un indirizzo

# Effetto delle dichiarazioni



Nel nostro caso:

- Per memorizzare un double servono 8 byte
- Per ogni variabile, **b**, **h**, **A** si riservano 8 byte consecutivi
- Ogni variabile corrisponde ad un indirizzo di memoria quello più basso fra gli indirizzi relativi a quella variabile
- A **b** corrisponde l'indirizzo 100

# Effetto delle dichiarazioni

...	100	0111000...	...
	108	0011111....	h
	116	0011111.....	A
...			...

La dichiarazione serve solo a riservare lo spazio necessario:

- La memoria riservata contiene valori casuali
- Deve essere inizializzata con valori significativi prima di poterla utilizzare
  - Altrimenti i risultati del codice sono casuali
- Nel nostro caso lo facciamo con le due `scanf()` e con l'istruzione che effettua il calcolo dell'area...

## Effetto delle dichiarazioni

...		...
100	0111000...	b
108	0011111....	h
116	0011111.....	A
...		...

É possibile denotare l'indirizzo di una variabile in C

- Con l'operatore &
- L'indirizzo si chiama **puntatore** alla variabile
- Ad esempio **&b** (di valore 100) è il puntatore alla variabile b...
- Ne parleremo più avanti
- Alcune funzioni di libreria (come scanf() ) hanno bisogno di avere il puntatore di una o più variabili per andarci a scrivere il valore letto

# Calcolo dell'area ... in C

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

```
int main(void) {
```

```
    double h,b,A;
```

```
    printf("Inserisci la base:");
```

```
    scanf("%lf",&b);
```

```
    printf("Inserisci l'altezza:");
```

```
    scanf("%lf",&h);
```

```
    A = h * b;
```

```
    printf("L'area e' : %f\n",A);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

Stampa sullo  
standard output



# Calcolo dell'area ... in C

```
#include <stdio.h>

int main(void) {
    double h,b,A;
    printf("Inserisci la base:");
    scanf("%lf",&b);
    printf("Inserisci l'altezza:");
    scanf("%lf",&h);

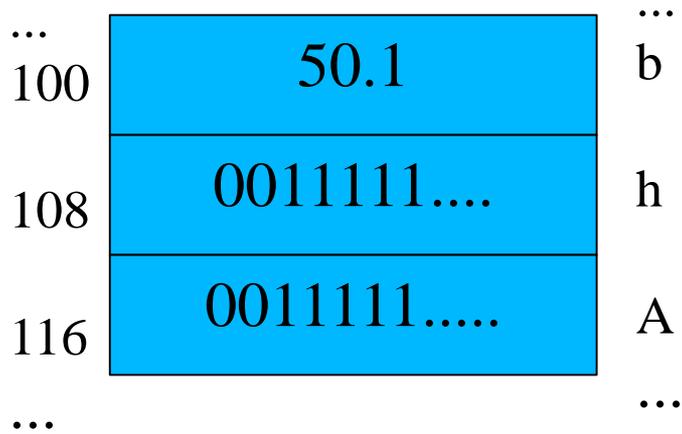
    A = h * b;

    printf("L'area e' : %f\n",A);
    return 0;
}
```

Lettura (di un double)  
dallo standard input  
(viene scritto nella  
variabile b)

# Effetto delle dichiarazioni

Stato della memoria dopo la prima  
scanf()



# Calcolo dell'area ... in C

```
#include <stdio.h>

int main(void) {
    double h,b,A;
    printf("Inserisci la base:");
    scanf("%lf",&b);
    printf("Inserisci l'altezza:");
    scanf("%lf",&h);

    A = h * b;

    printf("L'area e' : %f\n",A);
    return 0;
}
```

Lettura (di un double)  
dallo standard input  
(viene scritto nella  
variabile h)

# Effetto delle dichiarazioni

Stato della memoria dopo la  
seconda scanf()

...		...
100	50.1	b
108	12.7	h
116	0011111.....	A
...		...

# Calcolo dell'area ... in C

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

```
int main(void) {  
    double h,b,A;  
    printf("Inserisci la base:");  
    scanf("%lf",&b);  
    printf("Inserisci l'altezza:");  
    scanf("%lf",&h);
```

Viene moltiplicato il valore delle variabili h e b ed assegnato alla variabile A

```
A = h * b;
```

```
printf("L'area e' : %f\n",A);  
return 0;
```

```
}
```

# Effetto delle dichiarazioni

...	100	50.1	...
	108	12.7	h
	116	636.27	A
...			...

Stato della memoria dopo  
l'istruzione di assegnamento

# Calcolo dell'area ... in C

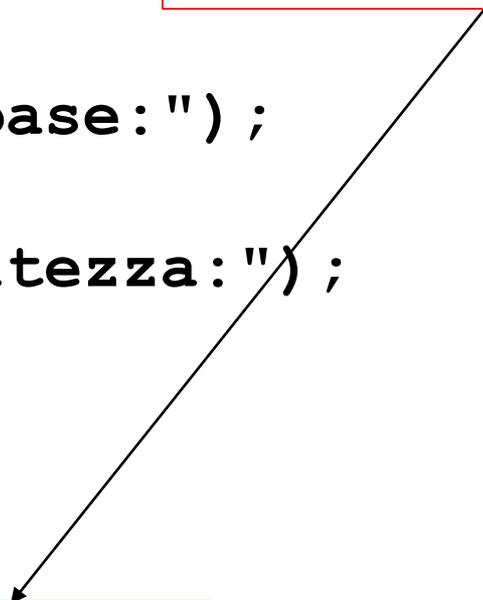
```
#include <stdio.h>

int main(void) {
    double h,b,A;
    printf("Inserisci la base:");
    scanf("%lf",&b);
    printf("Inserisci l'altezza:");
    scanf("%lf",&h);

    A = h * b;

    printf("L'area e' : %f\n",A);
    return 0;
}
```

Stampa del valore  
(double) su  
standard output



# Calcolo dell'area: output

Questo programma stampa sullo schermo una riga di testo:

Inserisci la base:

Se digitiamo 50.1 e ↓ (invio)

Inserisci la base: 50.1  
Inserisci l'altezza:

Se digitiamo 12.7 e ↓ (invio)

Inserisci la base: 50.1  
Inserisci l'altezza: 12.7  
L'area è: 636.27

## Ancora sul programma dell'area

...	100	50.1	...
	108	12.7	h
	116	636.27	A
...			...

L'insieme di tutte le variabili e dei valori a cui sono legate ad ogni istante dell'elaborazione costituisce lo **stato del programma**

## Ancora sul programma dell'area

...	
100	50.1
108	12.7
116	636.27
...	

Analizziamo meglio l'istruzione

**A = h \* b;**

- È un **assegnamento**
- Valuta l'espressione a destra
  - Estrae i valori delle variabili a destra (h e b)
  - Applica gli operatori ed ottiene il valore risultante (636.27)
- Assegna il valore risultante alla variabile di sinistra (A)

## Ancora sul programma dell'area

...		...
100	636.27	b
108	12.7	h
116	011100....	A
...		...

Avremmo potuto usare la stessa variabile a sinistra e a destra

**b = h \* b;**

- E stampare **b** invece di A
- Questo perchè la valutazione del valore di **b** a sinistra avviene **prima** di applicare l'operatore
- Solo dopo la fine della valutazione si modifica il valore di **b** in memoria

# Riassumiamo: le variabili

- Servono a rappresentare, nei programmi, le associazioni (modificabili) dello **stato**
- Una **variabile in C** è caratterizzata da:
  1. **nome**: serve a identificarla  
|Es: A,b...
  2. **valore**: valore associato nello stato corrente  
Es: 4 (**puo cambiare durante l'esecuzione**)
  3. **tipo**: specifica l'insieme dei possibili valori  
|Es.: double (reali), int (interi)
  4. **indirizzo/puntatore**: della cella di memoria a partire dal quale è memorizzato il valore.

Nome, tipo e indirizzo *non* possono cambiare durante l'esecuzione.

# Riassumiamo: assegnamento

- Serve a modificare il valore di una variabile (e quindi lo stato del programma)
- L'uguale (=) è l'**operatore di assegnamento**
- a destra di "=" possono comparire espressioni
- il valore assegnato è quello dell'espressione calcolata nello stato corrente. Una variabile all'interno di una espressione sta per il valore ad essa associato in quel momento

# Assegnamento

- Esempi di istruzioni di assegnamento:

`a = a + 4;`

`b = b + 1;`

`c = (a * b) / 3;`

`d = h % n;`

- Nelle espressioni a destra c'è una implicita **precedenza fra gli operatori** (come avviene normalmente nelle espressioni matematiche), quindi è importante utilizzare le parentesi per guidare l'ordine di valutazione

# Assegnamento

- Quando l'espressione coinvolge una singola variabile, come ad esempio :

```
a = a * 4;
```

```
b = b + 1;
```

```
d = d % n;
```

...è possibile utilizzare l'abbreviazione seguente che combina l'operatore utilizzato con il simbolo uguale

```
a *= 4;
```

```
b += 1;
```

```
d %= n;
```

# Assegnamento

- Inoltre quando l'espressione è un incremento o decremento di 1 come in:

```
a = a - 1;
```

```
b = b + 1;
```

...è possibile utilizzare le abbreviazioni seguenti

```
a--; --a;
```

```
b++; ++b;
```

che sono tutte equivalenti a meno di non utilizzarle dentro un'altra espressione come in

```
a = (++b) - (a--);
```

...cosa assolutamente sconsigliata in ogni caso ....

# Funzione printf(): formato

```
printf ("Area: %f\n", A) ;
```

- il primo argomento è la stringa di formato che può contenere i *placeholder* (specificatori di formato), introdotti dal carattere %
- Uno diverso per ogni tipo (%**f** indica che deve essere stampato in formato double)
- Il valore stampato è quello della variabile specificata come secondo argomento

# Funzione printf(): formato

- è una funzione variadica (numero variabile di argomenti)
- Si possono specificare più placeholder

Es:

```
printf("%f %d %x", i1, i2, i3);
```

- Ogni placeholder viene associato alla corrispondente variabile
- In questo caso si stampa un double (**%f**) un intero in formato decimale (**%d**) ed un intero in formato esadecimale (**%x**)
- Ci sono moltissimi formati, ne parleremo quando introdurremo i tipi del C
- La lista completa nel manuale in linea (**man 3 printf**)

# Funzione scanf(): formato

```
scanf ("%f" , &b) ;
```

- il primo argomento è la stringa di formato (simile a printf()) che può contenere i *placeholder* (specificatori di formato), introdotti da %
- Uno diverso per ogni tipo (%f indica che deve letto il valore di una variabile **double** o **float**)
- Il valore letto è trasformato nella rappresentazione binaria corrispondente e scritto nella variabile di puntatore **&b** (specificata come secondo argomento)
- È variadica come la **printf()**

# Nota di struttura di un programma C

```
/*DIRETTIVE al PREPROCESSORE */
#include <stdio.h>
/*FUNZIONI (in questo caso solo main */
int main(void) { /* INIZIO BLOCCO */
    /* PARTE DICHIARATIVA */
    double h,b,A;
    /* PARTE ESECUTIVA */
    printf("Inserisci la base:");
    scanf("%lf",&b);
    printf("Inserisci l'altezza:");
    scanf("%lf",&h);
    A = h * b;
    printf("L'area e' : %f\n",A);
    return 0;
}
```

# Nota di struttura....

- Le variabili che servono vanno tutte dichiarate nella parte dichiarativa
  - ANSI C, in realtà gcc (c99) le accetta anche dopo
- Questo permette di rilevare più errori in fase di compilazione
  - Variabili usate e mai dichiarate indicano un'anomalia

# Ancora su dichiarazione di variabili

- È possibile inizializzare le variabili al momento della dichiarazione

Es: **double a=0, b, A=1;**

- È possibile dichiarare delle variabili «costanti», cioè che non possono essere modificate in fase di esecuzione

Es: **const double pigreco=3.14;**

# A che servono le costanti

- A parametrizzare il codice rispetto ad un valore
  - Se lo voglio cambiare devo agire in un solo punto
  - È più leggibile
- In C ci sono due modi standard di parametrizzare il codice con valori costanti
  - Le dichiarazioni di variabili **const**
  - Le macro (**#define**)
  - Ne discuteremo e li confronteremo più avanti

# Facciamo un passo avanti

- Per scrivere programmi C più significativi bisogna introdurre
  - I **costrutti di controllo**, che permettono scegliere azioni alternative in base a cosa sta succedendo nel programma o di ripetere azioni
  - I **tipi di dato**, che ci dicono quali rappresentazioni per i dati sono messe a disposizione dal linguaggio C