

STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

- In prima battuta, la struttura di un programma C è definita nel modo seguente:

```
<programma> ::=  
    {<unità-di-traduzione>}  
    <main>  
    {<unità-di-traduzione>}
```

- *Intuitivamente un programma in C è definito da tre parti:*
 - una o più unità di traduzione,
 - il programma vero e proprio (main)
 - una o più unità di traduzione

STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

- La parte `<main>` è l'unica *obbligatoria*, ed è definita come segue:

```
<main> ::=  
    <tipo> main()  
    { [<dichiarazioni-e-definizioni>  
      [<sequenza-istruzioni>]  
    }
```

- *Intuitivamente il main è definito dalla parola chiave `main()` e racchiuso tra parentesi graffe al cui interno troviamo*
 - *le dichiarazioni e definizioni*
 - *una sequenza di istruzioni**} opzionali []*

STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

- La parte `<main>` è l'unica *obbligatoria*, ed è definita come segue:

```
<main> ::=  
    (<tipo> main ())  
    { [<dichiarazioni-e-definizioni>]  
      [<sequenza-istruzioni>]  
    }
```

- *Intuitivamente il main è definito dalla parola chiave `main()` e racchiuso tra parentesi graffe al cui interno troviamo*
 - *le dichiarazioni e definizioni*
 - *una sequenza di istruzioni**} opzionali []*

STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

- **<dichiarazioni-e-definizioni>**

introducono i nomi di costanti,
variabili, tipi definiti dall'utente

- **<sequenza-istruzioni>**

sequenza di frasi del linguaggio
ognuna delle quali è un'istruzione

Il `main()` è una particolare unità di traduzione (una funzione).

STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

- **set di caratteri** ammessi in un programma
dipende dall'implementazione; solitamente
ASCII + estensioni
- **identificatori**
sequenze di caratteri tali che
<Identificatore> ::=
<Lettera> { <Lettera> | <Cifra> }
 - *Intuitivamente un identificatore è una sequenza (di lunghezza maggiore o uguale a 1) di lettere e cifre che inizia obbligatoriamente con una lettera.*

COMMENTI

- **commenti**

sequenze di caratteri racchiuse fra i delimitatori

/ e */*

- $\langle \text{Commento} \rangle ::= \textcolor{red}{/*} \langle \text{frase} \rangle \textcolor{red}{*/}$

$\langle \text{frase} \rangle ::= \{ \langle \text{parola} \rangle \}$

$\langle \text{parola} \rangle ::= \{ \langle \text{carattere} \rangle \}$

- i commenti non possono essere innestati.

VARIABILI

- Una *variabile* è un'astrazione della *cella di memoria*.
- Formalmente, è un simbolo *associato a un indirizzo fisico (L-value)*...

<i>simbolo</i>	<i>indirizzo</i>
X	1328

Perciò, l' **L-value** di x è 1328 (**fisso e immutabile!**).

VARIABILI

... che *denota un valore (R-value)*.

1328	...
	4
	...

..e l' **R-value** di x è *attualmente* 4 (può cambiare).

DEFINIZIONE DI VARIABILE

- Una variabile utilizzata in un programma deve essere definita.
- La definizione è composta da
 - il nome della variabile (identificatore)
 - il *tipo* dei valori (R-value) che possono essere denotati alla variabile

DEFINIZIONE DI VARIABILE: ESEMPI

Definizione di una variabile:

<tipo> <identificatore>;

int x; /* x deve denotare un valore intero */

float y; /* y deve denotare un valore reale */

char ch; /* ch deve denotare un carattere */

INIZIALIZZAZIONE DI UNA VARIABILE

- Contestualmente alla *definizione* è possibile *specificare un valore iniziale* per una variabile
- Inizializzazione di una variabile:

`<tipo> <identificatore> = <espr> ;`

- Esempio

```
int x = 32;
```

```
double speed = 124.6;
```

VARIABILI ed ESPRESSIONI

Una variabile

- può comparire in una espressione
- può assumere un valore dato dalla valutazione di un'espressione

```
double speed = 124.6;  
double time = 71.6;  
double km = speed * time;
```

ESEMPIO: Un semplice programma

Problema:

“Data una temperatura espressa in gradi Celsius, calcolare il corrispondente valore espresso in gradi Fahrenheit”

Approccio:

- si parte dal **problema** e dalle **proprietà note *sul* dominio dei dati**

ESEMPIO: Un semplice programma

Specifica della soluzione:

$$c * 9/5 = f - 32$$

oppure

$$c = (f - 32) * 5/9$$

$$f = 32 + c * 9/5$$

ESEMPIO: Un semplice programma

L'Algoritmo corrispondente:

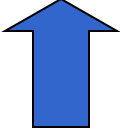
- Dato **c**
- calcolare **f** sfruttando la relazione

$$f = 32 + c * 9/5$$

solo a questo punto

- ***si codifica l'algoritmo nel linguaggio scelto.***

ESEMPIO: Un semplice programma

```
int main() {  
    float c = 18; /* Celsius */  
    float f = 32 + c * 9/5.0;  
      
    return 0;  
}
```

NOTA: per ora abbiamo a disposizione solo il modo per inizializzare le variabili. Mancano, ad esempio, la possibilità di modificare una variabile, costrutti per l'input output

CARATTERISTICHE DELLE VARIABILI

- **campo d'azione (scope)**: è la parte di programma in cui la variabile è nota e può essere manipolata
 - in C, Pascal: determinabile *staticamente*
 - in LISP: determinabile *dinamicamente*
- **tipo**: specifica la *classe di valori* che la variabile può assumere (e quindi gli operatori applicabili)

CARATTERISTICHE DELLE VARIABILI

- **tempo di vita:** è l'intervallo di tempo in cui rimane valida l'associazione simbolo/indirizzo fisico (L-VALUE)
 - in FORTRAN: allocazione *statica*
 - in C, Pascal: allocazione *dinamica*
- **valore:** è rappresentato (secondo la codifica adottata) nell'area di memoria associata alla variabile

VARIABILI NEI LINGUAGGI IMPERATIVI

Una *variabile* in un linguaggio imperativo

- *non è solo un sinonimo per un dato* come in matematica
- **è un'astrazione della cella di memoria**
- **associata a due diverse informazioni:**
 - **il contenuto (R-value)**
 - **l'indirizzo a cui si trova (L-value)**



ESPRESSIONI CON EFFETTI COLLATERALI

- Le espressioni che contengono variabili, *oltre a denotare un valore*, possono a volte comportare *effetti collaterali* sulle variabili coinvolte.
- Un *effetto collaterale* è una modifica del valore della variabile (R-value) causato da *particolari operatori*:
 - operatore di *assegnamento*
 - operatori di *incremento e decremento*

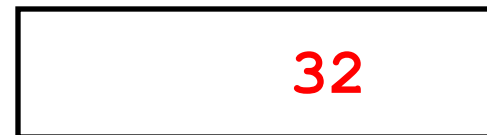
ASSEGNAMENTO

- Ad una variabile può essere assegnato un valore nel corso del programma e non solo all'atto della inizializzazione.
- Assegnamento di una variabile: SINTASSI
`<identificatore> = <espr> ;`
- L'assegnamento è l'astrazione della modifica distruttiva del contenuto della cella di memoria denotata dalla variabile.

`int x = 32;`



x

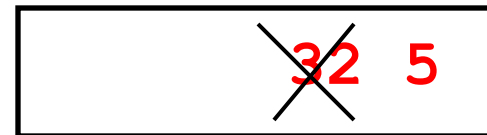


...

`x = 5;`



x



ASSEGNAMENTO

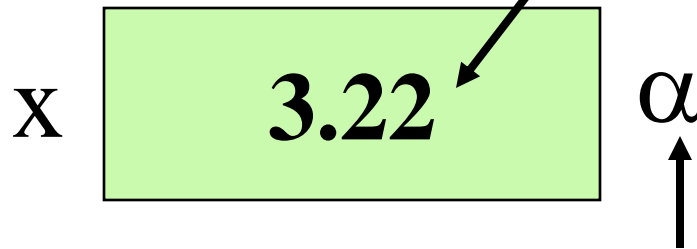
- L'assegnamento è un *particolare tipo di espressione*
 - come tale *denota comunque un valore!!***con un effetto collaterale: quello di *cambiare il valore della variabile.***
- Esempi di *espressioni di assegnamento*:
 $j = 0$ $k = j + 1$
- Se k valeva 2, l'espressione $k = j + 1$
 - denota il valore 1 (risultato della valutazione dell'espressione)
 - *e cambia il valore di k , che d'ora in poi vale 1 (non più 2)*

L'assegnamento è distruttivo

ASSEGNAMENTO

Una variabile in una espressione di assegnamento:

- è interpretata come il suo R-value, se compare a destra del simbolo =



- è interpretata come il suo L-value, se compare a sinistra del simbolo =

ASSEGNAMENTO

Se x valeva 2, l'espressione

$$x = x + 1$$

- denota il valore 3
- *e cambia in 3 il valore di x*
 - il simbolo x **a destra** dell'operatore = denota *il valore attuale (R-value) di x*, cioè 2
 - il simbolo x **a sinistra** dell'operatore = denota *la cella di memoria associata a x (L-value)*, a cui viene assegnato il valore dell'espressione di destra (3)
 - l'espressione nel suo complesso denota il valore della variabile dopo la modifica, cioè 3.

ASSEGNAMENTO

- Supponiamo di avere due variabili.

$$A = 0$$

$$B = 4$$

e vogliamo scambiare i loro valori.

- Come fare ?

ASSEGNAMENTO

- Supponiamo di avere due variabili.

$$A = 0$$

$$B = 4$$

e vogliamo scambiare i loro valori.

- Come fare ?

$$A = B$$

$$B = A$$

- E' corretto ?

ASSEGNAMENTO

- Supponiamo di avere due variabili.

A = 0

B = 4

e vogliamo scambiare i loro valori.

0 **A**

4 **B**

- Come fare ?

A = B

B = A

- E' corretto ?

NO !!!!!

A = B

B = A

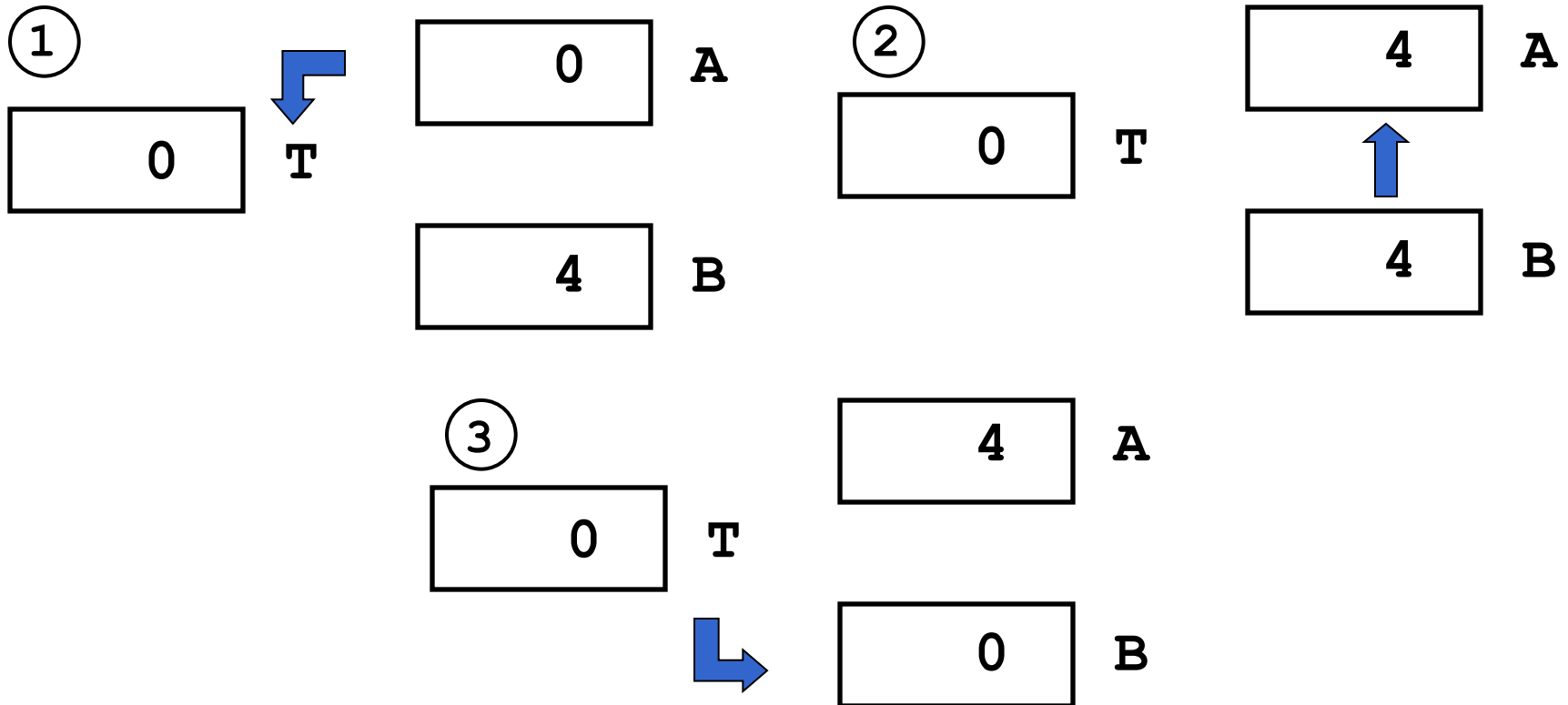
4 **A**

4 **B**

ASSEGNAMENTO

- Serve una variabile di appoggio

$T = A$ $A = B$ $B = T$
① ② ③



OPERATORI DI ASSEGNAIMENTO COMPATTI

Il C introduce una *forma particolare di assegnamento* che ***ingloba anche un'operazione*** aritmetica:

l-espr **OP=** <espressione>

è “*quasi equivalente*” a

l-espr **=** *l-espr* **OP** <espressione>

dove **OP** indica un operatore fra

+, **−**, *****, **/**, **%**, **>>**, **<<**, **&**, **^**, **|**

OPERATORI DI ASSEGNAIMENTO COMPATTI

Esempi

$k += j$ equivale a $k = k + j$

$k *= a + b$ equivale a $k = k * (a+b)$

- Perché “quasi” equivalente ?
 - nel primo caso, *l-espr* viene valutata *una sola volta*
 - nel secondo, invece, viene valutata *due volte*
 - Quindi, le due forme sono *equivalenti solo se la valutazione di l-espr non comporta effetti collaterali*

INCREMENTO E DECREMENTO

Gli operatori di incremento e decremento sono *usabili in due modi*

- **come pre-operatori:** **++v**
prima incremento e poi uso
- **come post-operatori:** **v++**
prima uso e poi incremento

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

`i = ++k`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

`i = ++k /* i vale 6, k vale 6 */`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

`i = ++k` /* `i` vale 6, `k` vale 6 */

- `int i, k = 5;`

`i = k++`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

`i = ++k; /* i vale 6, k vale 6 */`

- `int i, k = 5;`

`i = k++; /* i vale 5, k vale 6 */`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

`i = ++k; /* i vale 6, k vale 6 */`

- `int i, k = 5;`

`i = k++; /* i vale 5, k vale 6 */`

- `int i=4, j, k = 5;`

`j = i + k++;`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

`i = ++k /* i vale 6, k vale 6 */`

- `int i, k = 5;`

`i = k++ /* i vale 5, k vale 6 */`

- `int i=4, j, k = 5;`

`j = i + k++; /* j vale 9, k vale 6 */`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

`i = ++k /* i vale 6, k vale 6 */`

- `int i, k = 5;`

`i = k++ /* i vale 5, k vale 6 */`

- `int i=4, j, k = 5;`

`j = i + k++; /* j vale 9, k vale 6 */`

- `int j, k = 5;`

`j = ++k - k++; /* DA NON USARE */`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

`i = ++k /* i vale 6, k vale 6 */`

- `int i, k = 5;`

`i = k++ /* i vale 5, k vale 6 */`

- `int i=4, j, k = 5;`

`j = i + k++; /* j vale 9, k vale 6 */`

- `int j, k = 5;`

`j = ++k - k++; /* DA NON USARE */`

`/* j vale 0, k vale 7 */`

COMPATIBILITÀ DI TIPO

- In un assegnamento, l'identificatore di variabile e l'espressione devono essere dello stesso tipo.
 - Nel caso di tipi diversi, se possibile si effettua la conversione implicita, altrimenti l'assegnamento può generare perdita di informazione

```
int x;
```

```
char y;
```

```
double r;
```

```
...
```

```
x = y;      /* char -> int    */
```

```
x = y+x;
```

```
r = y;      /* char -> int -> double */
```

```
x = r;      /* troncamento */
```

Possibile Warning: *conversion may lose significant digits*

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;    /* quanto vale Z? */

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;    /* Z vale 70 */
    X = Z / 10 + 23;   /* quanto vale X ? */

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;    /* Z vale 70 */
    X = Z / 10 + 23;   /* X vale 30 */
    Y = (X + Z) / 10 * 10; /* quanto vale Y? */

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;
    X = Z / 10 + 23;
    Y = (X + Z) / 10 * 10;
    /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
    X = X + 70; /* quanto vale X? */

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;
    X = Z / 10 + 23;
    Y = (X + Z) / 10 * 10;
    /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
    X = X + 70;      /* X vale 100 */
    Y = Y % 10;     /* Quanto vale Y ? */

    return 0;
}
```


ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;
    X = Z / 10 + 23;
    Y = (X + Z) / 10 * 10;
    /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
    X = X + 70;      /* X vale 100 */
    Y = Y % 10;      /* Y vale 0 */
    Z = Z + X -70;   /* Quanto vale Z? */

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;
    X = Z / 10 + 23;
    Y = (X + Z) / 10 * 10;
    /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
    X = X + 70;
    Y  = Y % 10;
    Z = Z + X -70; /* Z vale 100 */
    SUM = Z * 10;
    /* qui X=100, Y=0, Z=100 , SUM =1000.0*/
    return 0; }
```

CASTING

- In qualunque espressione è possibile **forzare una particolare conversione** utilizzando *l'operatore di cast*

(<tipo>) <espressione>

Esempi

```
int i=5; long double x=7.77; double y=7.1;
```

```
i = (int) sqrt(384) ;
```

```
x = (long double) y*y;
```

```
i = (int) x % (int)y;
```

INPUT/OUTPUT

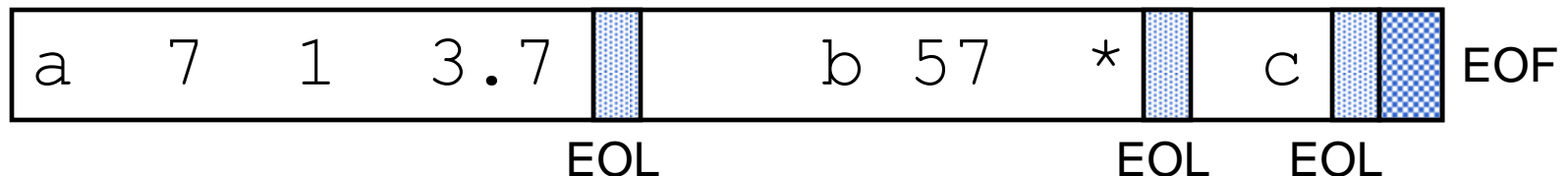
- L'immissione dei dati di un programma e l'uscita dei suoi risultati avvengono attraverso operazioni di lettura e scrittura.
- Il C non ha istruzioni predefinite per l'input/output.
- In ogni versione ANSI C, esiste una *Libreria Standard* (**stdio**) che mette a disposizione alcune funzioni (dette *funzioni di libreria*) per effettuare l'input e l'output.

INPUT/OUTPUT

- Le dichiarazioni delle funzioni messe a disposizione da tale libreria devono essere incluse nel programma:
#include <stdio.h>
 - **#include** è una direttiva per il **preprocessore C**:
 - nella fase precedente alla compilazione del programma ogni direttiva “#...” viene eseguita, provocando delle modifiche testuali al programma sorgente. Nel caso di **#include <nomefile>**:
 - viene sostituita l’istruzione stessa con il contenuto del file specificato.
- **Dispositivi standard di input e di output:**
 - per ogni macchina, sono periferiche predefinite (generalmente tastiera e video).

INPUT/OUTPUT

- Il C vede le informazioni lette/scritte da/verso i dispositivi standard di I/O come file *sequenziali*, cioè **sequenze di caratteri** (o stream).
 - Gli *stream* di input/output possono contenere dei caratteri di controllo:
 - End Of File (EOF)
 - End Of Line (EOL)
- **Sono disponibili funzioni di libreria per:**
 - Input/Output a caratteri
 - Input/Output a stringhe di caratteri
 - Input/Output con formato



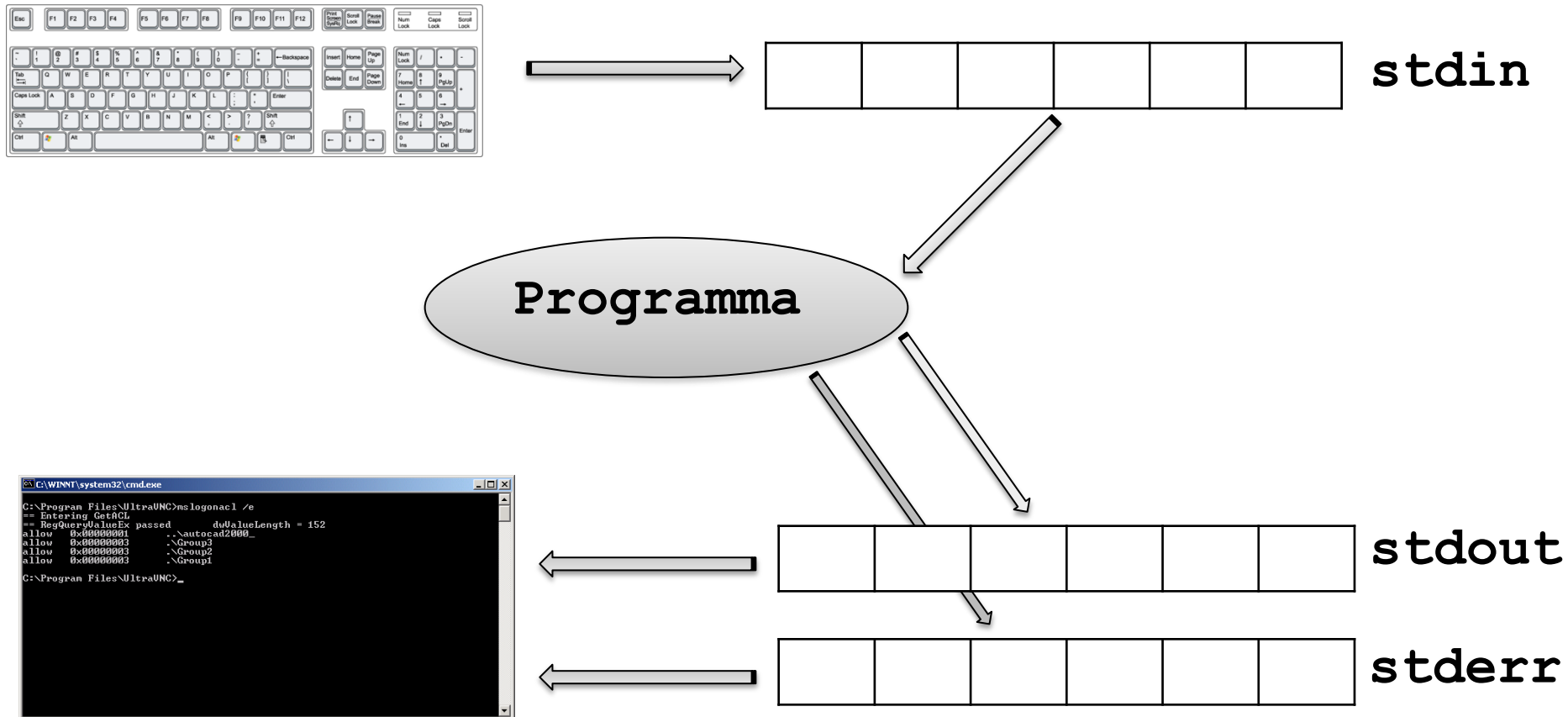
Canali Standard

Canali Standard input/output:

- **stdin:** canale da cui giunge un flusso di dati in ingresso al programma
- **stdout:** canale su cui scrive i dati in uscita il programma
- **stderr:** canale di output usato per messaggi di errore o diagnostica

Canali Standard e Buffers

I Canali Standard di input/output sono bufferizzati, i dati restano nei buffer finché qualcuno non li rimuove



INPUT/OUTPUT CON FORMATO

- Nell'I/O con formato occorre specificare il formato (*tipo*) dei dati che si vogliono leggere oppure stampare.
- Il formato stabilisce:
 - come interpretare la sequenza dei caratteri immessi dal dispositivo di ingresso (nel caso della lettura)
 - con quale sequenza di caratteri rappresentare in uscita i valori da stampare (nel caso di scrittura)

LETTURA CON FORMATO: `scanf`

- È una particolare forma di assegnamento: la `scanf` assegna i valori letti alle variabili specificate come argomenti (nell'ordine di lettura).

```
int scanf(<stringa-formato>, <sequenza-variabili>);
```

- Ad esempio:

```
int X;  
float Y;  
scanf("%d%f", &X, &Y);
```

LETTURA CON FORMATO: `scanf`

- `Scanf` legge una serie di valori in base alle specifiche contenute in *<stringa-formato>* e memorizza i valori letti nelle variabili
 - restituisce il numero di valori letti e memorizzati, oppure EOF in caso di *end of file*
 - Gli identificatori delle variabili a cui assegnare i valori sono “quasi” sempre preceduti dal simbolo `&`.
 - La *<stringa_formato>* può contenere dei caratteri qualsiasi (che vengono scartati, durante la lettura), che si prevede vengano immessi dall'esterno, insieme ai dati da leggere.
 - `scanf ("%d:%d:%d", &A, &B, &C) ;`
richiede che i tre dati da leggere vengano immessi separati dal carattere “.”.

SCRITTURA CON FORMATO: `printf`

- La `printf` viene utilizzata per fornire in uscita il valore di una variabile, o, più in generale, il risultato di una espressione.
- Anche in scrittura è necessario specificare (mediante una *stringa di formato*) il formato dei dati che si vogliono stampare.

```
int printf(<stringa-formato>,<sequenza-elementi>)
```

SCRITTURA CON FORMATO: `printf`

- `printf` scrive una serie di valori in base alle specifiche contenute in *<stringa-formato>*.
- I valori visualizzati sono i risultati delle espressioni che compaiono come argomenti
- La `printf` restituisce il numero di caratteri scritti.
- La stringa di formato della `printf` può contenere sequenze costanti di caratteri da visualizzare.

FORMATI COMUNI

- Formati più comuni: ne vedremo altri più avanti

<code>int</code>	<code>%d</code>
<code>float</code>	<code>%f</code>
<code>double</code>	<code>%lf</code>
<code>carattere singolo</code>	<code>%c</code>
<code>stringa di caratteri</code>	<code>%s</code>

- Caratteri di controllo:

<code>newline</code>	<code>\n</code>
<code>tab</code>	<code>\t</code>
<code>backspace</code>	<code>\b</code>
<code>form feed</code>	<code>\f</code>
<code>carriage return</code>	<code>\r</code>

- Per la stampa del carattere ' % ' si usa: `%%`

ESEMPIO

```
#include <stdio.h>
int main()
{int    k;
scanf ("%d", &k) ;
printf ("Quadrato di %d: %d", k, k*k) ;
return 0;
}
```

- Se in ingresso viene immesso il dato:
3 viene letto tramite la `scanf` e assegnato a `k`
- La `printf` stampa:
Quadrato di 3: 9

ESEMPIO

```
scanf ("%c%c%c%d%f", &c1, &c2, &c3, &i, &x) ;
```

- Se in ingresso vengono dati:

```
ABC 3 7.345
```

- la `scanf` effettua i seguenti assegnamenti:

<code>char c1</code>	<code>'A'</code>
<code>char c2</code>	<code>'B'</code>
<code>char c3</code>	<code>'C'</code>
<code>int i</code>	<code>3</code>
<code>float x</code>	<code>7.345</code>

ESEMPIO

```
char Nome='F' ;  
char Cognome='R' ;  
printf("Programma scritto da:\n%c.  %c.  \n  
    Fine \n", Nome, Cognome);
```

vengono stampate le seguenti linee

Programma scritto da:

F. R.

Fine

ESEMPIO

- Rivediamo l'esempio visto precedentemente

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

```
int main() {
```

```
    float c, f; /* Celsius e Fahrenheit */
```

```
    printf("Inserisci la temperatura da convertire");
```

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

```
    f = 32 + c * 9/5;
```

```
    printf("Temperatura Fahrenheit %f", f);
```

```
    return 0;
```

```
}
```

ESEMPIO

- Variante

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

```
int main() {  
    float c; /* Celsius e Fahrenheit */  
    printf("Inserisci la temperatura da convertire\n");  
    scanf("%f", &c);  
    printf("Temperatura Fahrenheit %f", 32 + c * 9/5);  
    return 0;  
}
```