

# Programmazione C

Nicola Drago  
nicola.drago@univr.it  
Dipartimento di Informatica  
Università di Verona

---

---

---

---

---

---

---

---

## Docente

- Nicola Drago
  - Dip. Di Informatica
  - e-mail: [drago@sci.univr.it](mailto:drago@sci.univr.it)

2

---

---

---

---

---

---

---

---

## Sommario

- C vs. Java
- Tipi di dati
- Preprocessore C
- Istruzioni
  - Strutture di controllo (condizioni e cicli)
  - I/O
- Sottoprogrammi
- Utilizzo di File
- Strutture dati aggregate
- Altre caratteristiche

3

---

---

---

---

---

---

---

---

## C vs. Java

- Java: linguaggio ad oggetti
- C: linguaggio procedurale
  - No classi, no oggetti, no costruttori, ...
  - Separazione tra dati e codice
- Diverso flusso di esecuzione
- Sintassi simile
  - Stesse istruzioni
    - Assegnazioni
    - controllo del flusso
  - Diverse istruzioni di I/O

4

---

---

---

---

---

---

---

---

## C vs. Java

- Differenza fondamentale
  - A oggetti vs. procedurale!

### JAVA

```
public class xyz {  
  <dichiarazione di attributi >  
  <dichiarazione di metodi >  
}
```

### C

```
<dichiarazione di attributi>  
<dichiarazione di procedure>
```

5

---

---

---

---

---

---

---

---

## C vs. Java

- Esempio

```
public class Hw {  
  public static void main(String args[]){  
    int i;  
    System.out.println("Hello World!");  
  }  
}
```

Hw.java

```
void main(int argc, char *argv[]){  
  int i;  
  printf("Hello World!");  
}
```

Hw.c

6

---

---

---

---

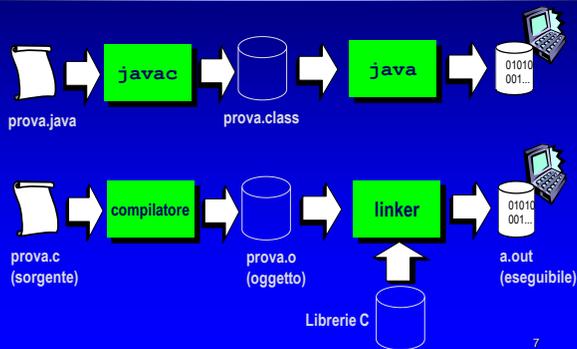
---

---

---

---

## C vs. Java: flusso di esecuzione



7

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## C vs. Java: flusso di esecuzione

- Apparente similitudine
- In realtà molto diverso
  - Esecuzione Java = compilatore + interprete (JVM)
  - Esecuzione C = compilatore + linker
    - Linker svolge due funzioni essenziali
      - Collegamento a librerie di codice precedentemente scritto
      - Binding degli indirizzi simbolici in indirizzi rilocabili
    - In ambiente UNIX/Linux, compilazione + link realizzati da un singolo programma (compilatore C): `gcc`

8

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Compilatore C

- **gcc**
  - Distribuzione GNU
  - Non è un comando UNIX!
- **Uso di base**
  - `gcc <nome sorgente C>` (genera direttamente file a.out)
- **Opzioni (combinabili)**
  - `gcc -g`: genera le info per il *debugging*
  - `gcc -o <file>`: genera un eseguibile con il nome <file>
  - `gcc -c`: forza la generazione del file `.o`
  - `gcc -I <directory>`: specifica la directory in cui si trova il sorgente (default directory corrente)
  - `gcc -l<nome>`: specifica il link con la libreria `lib<nome>.a`

9

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Compilatore C

- Esempi:

- `gcc -g prova.c`
  - Genera `a.out` con info di debugging
- `gcc -o prova prova.c`
  - Genera un eseguibile con il nome `prova`
- `gcc -c prova.c`
  - Genera il file `prova.o`
- `gcc -o prova -g -lm`
  - Genera un eseguibile con il nome `prova`, info di debugging e usando la libreria `libm.a`

10

---

---

---

---

---

---

---

---

## Struttura di un programma C

- Versione minima

```
Parte dichiarativa globale
main ()
{
    Parte dichiarativa locale
    Parte esecutiva (istruzioni)
}
```

11

---

---

---

---

---

---

---

---

## Struttura di un programma C

- Versione più generale

```
Parte dichiarativa globale
main ()
{
    Parte dichiarativa locale
    Parte esecutiva (istruzioni)
}
funzione1 ()
{
    Parte dichiarativa locale
    Parte esecutiva (istruzioni)
}
...
funzioneN ()
{
    Parte dichiarativa locale
    Parte esecutiva (istruzioni)
}
```

12

---

---

---

---

---

---

---

---

## Struttura di un programma C

- **Parte dichiarativa globale**
  - Elenco dei dati usati in tutto il programma e delle loro caratteristiche (*tipo*)
    - numerici, non numerici
- **Parte dichiarativa locale**
  - Elenco dei dati usati dal `main` o dalle singole funzioni, con il relativo tipo

13

---

---

---

---

---

---

---

---

## Il preprocessore C

---

---

---

---

---

---

---

---

## Il preprocessore

- La prima fase della compilazione (trasparente all'utente) consiste nell'invocazione del *preprocessore*
- Un programma C contiene specifiche **direttive per il preprocessore**
  - Inclusioni di file di definizioni (*header file*)
  - Definizioni di costanti
  - Altre direttive
- Individuate dal simbolo '#'

15

---

---

---

---

---

---

---

---

## Direttive del preprocessore

- **#include**
  - Inclusione di un file di inclusione (tipicamente con estensione .h
  - Esempi
    - #include <stdio.h> <- dalle directory di sistema
    - #include "myheader.h" <- dalla directory corrente

16

---

---

---

---

---

---

---

---

## Direttive del preprocessore

- **#define**
  - Definizione di un valore costante
  - Ogni riferimento alla costante viene espanso dal preprocessore al valore corrispondente
  - Esempi
    - #define FALSE 0
    - #define SEPARATOR "-----"

17

---

---

---

---

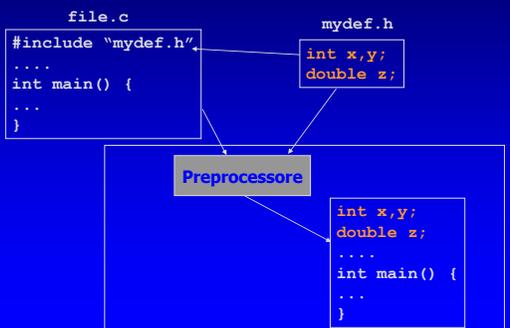
---

---

---

---

## La direttiva #include



18

---

---

---

---

---

---

---

---

## I dati

---

---

---

---

---

---

---

---

## Definizione di dati

- Tutti i dati devono essere definiti prima di essere usati
- **Definizione di un dato**
  - riserva spazio in memoria
  - assegna un nome
- **Richiede l'indicazione di**
  - tipo
  - modalità di accesso (variabili/costanti)
  - nome (identificatore)

20

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tipi base (primitivi)

- Sono quelli forniti direttamente dal C
- Identificati da parole chiave!
  - **char** caratteri ASCII
  - **int** interi (complemento a 2)
  - **float** reali (floating point singola precisione)
  - **double** reali (floating point doppia precisione)
- La dimensione precisa di questi tipi dipende dall'architettura (non definita dal linguaggio)
  - **|char|** = 8 bit sempre

21

---

---

---

---

---

---

---

---

## Modificatori dei tipi base

- Sono previsti dei modificatori, identificati da parole chiave da premettere ai tipi base
- **signed/unsigned**
  - Applicabili ai tipi `char` e `int`
    - **signed**: valore numerico con segno
    - **unsigned**: valore numerico senza segno
- **short/long**
  - Applicabili al tipo `int`
  - Utilizzabili anche senza specificare `int`

22

---

---

---

---

---

---

---

---

## Definizione di variabili

- Sintassi  
`<tipo> <variabile>;`
- Sintassi alternativa (definizioni multiple)  
`<tipo> <lista di variabili>;`
  - `<variabile>`: l'identificatore che rappresenta il nome della variabile
  - `<lista di variabili>`: lista di identificatori separati da `'`

23

---

---

---

---

---

---

---

---

## Definizione di dati

- Esempi:

```
int x;  
char ch;  
long int x1,x2,x3;  
double pi;  
short int stipendio;  
long y,z;
```
- Usiamo nomi significativi!
  - Es: 

```
int x0a11;  
int valore;
```

24

---

---

---

---

---

---

---

---

## Costanti

- Valori che rappresentano quantità fisse
- Esempi
  - **char**
    - `'f'`
  - **int, short, long**
    - `26`
    - `0x1a`      `0X1a`
    - `26L`
    - `26U`
    - `26UL`
  - **float, double**
    - `-212.6`
    - `-2.126e2`   `-2.126E2`

25

---

---

---

---

---

---

---

---

## Costanti speciali

- Caratteri ASCII non stampabili e/o "speciali"
- Ottenibili tramite "sequenze di escape"
  - `\<codice ASCII ottale su tre cifre>`
- Esempi
  - `'\007'`
  - `'\013'`
- Caratteri "predefiniti"
  - `'\b'`    **backspace**
  - `'\f'`    **form feed** (pagina nuova)
  - `'\n'`    **line feed** (riga nuova)
  - `'\t'`    **tab** (tabulazione)

26

---

---

---

---

---

---

---

---

## Definizione di costanti

- Sintassi
  - `[const] <tipo> <variabile> [= <valore>];`
- Esempi
  - `const double pigreco = 3.14159;`
  - `const char separatore = '$';`
  - `const float aliquota = 0.2;`
- Convenzione
  - Identificatori delle costanti tipicamente in MAIUSCOLO
  - `const double FIGRECO = 3.14159`

27

---

---

---

---

---

---

---

---

## Stringhe

- Definizione
  - sequenza di caratteri terminata dal carattere **NULL** ('\0')
- Non è un tipo di base del C
- Costanti stringa  
    "**<sequenza di caratteri>**"
  - Esempi
    - "Ciao!"
    - "abcdefg\n"

28

---

---

---

---

---

---

---

---

## Visibilità delle variabili

- Ogni variabile è definita all'interno di un preciso *ambiente di visibilità (scope)*
- **Variabili globali**
  - Definite all'esterno al `main()`
- **Variabili locali**
  - Definite all'interno del `main`
  - Più in generale, definite all'interno di un blocco

29

---

---

---

---

---

---

---

---

## Visibilità delle variabili - Esempio

- **n, x**  
visibili in tutto il file
- **a, b, c, y**  
visibili in tutto il `main`
- **d, z**  
visibili nel blocco

```
int n;  
double x;  
main() {  
    int a,b,c;  
    double y;  
    {  
        int d;  
        double z;  
        .....  
    }  
    .....  
}
```

30

---

---

---

---

---

---

---

---

## Le istruzioni

---

---

---

---

---

---

---

---

## Istruzioni

- **Assegnazioni**
  - Come in Java
- **Operatori**
  - Simili a quelli di Java (non tutti)
- Istruzioni di **controllo del flusso**
  - Come in Java
- Istruzioni di **I/O**
  - Diverse da Java!

32

---

---

---

---

---

---

---

---

## L'istruzione `printf()`

- Sintassi  
`printf(<stringa formato>, <arg1>, . . . , <argn>);`
- **<stringa formato>**  
stringa che determina il formato di stampa di ognuno dei vari argomenti
- Può contenere
  - Caratteri (stampati come appaiono)
  - Direttive di formato nella forma `%<carattere>`

• %d	intero
• %u	unsigned
• %s	stringa
• %c	carattere
• %x	esadecimale
• %o	ottale
• %f	float
• %g	double

33

---

---

---

---

---

---

---

---

## L'istruzione printf()

- `<arg1>, ..., <argn>`  
quantità (espressioni) che si vogliono stampare
  - Associate alle direttive di formato nello stesso ordine

- Esempi

```
int x = 2;  
float z = 0.5;  
char c = 'a';
```

```
printf("%d %f %c\n", x, z, c);
```

output

```
2 0.5 a
```

```
printf("%f***c***d\n", z, c, x);
```

output

```
0.5***a***2
```

34

---

---

---

---

---

---

---

---

## L'istruzione scanf()

- Sintassi

```
scanf(<stringa formato>, <arg1>, ..., <argn>);
```

- `<stringa formato>`: come per `printf`
- `<arg1>, ..., <argn>`: le variabili a cui si vogliono assegnare valori
  - **IMPORTANTE**: i nomi delle variabili vanno precedute dall'operatore `&` che indica l'indirizzo della variabile

- Esempio:

```
int x;  
float z;  
scanf("%d %f", &x, &z);
```

35

---

---

---

---

---

---

---

---

## I/O formattato avanzato

- Le direttive della stringa formato di `printf` e `scanf` sono in realtà più complesse

- `printf`

```
%[flag][min dim][.precisione][dimensione]<carattere>
```

- `[flag]`: più usati
  - - giustificazione della stampa a sinistra
  - + premette sempre il segno
- `[min dim]`: dimensione minima di stampa in caratteri
- `[precisione]`: numero di cifre frazionarie per numeri reali
- `[dimensione]`: uno tra
  - h argomento è short
  - l argomento è long
  - L argomento è long double

36

---

---

---

---

---

---

---

---

## I/O formattato avanzato

- **scanf**
  - `%[*][max dim][dimensione]<carattere>`
    - `[*]`: non fa effettuare l'assegnazione (ad es., per "saltare" un dato in input)
    - `[max dim]`: dimensione massima in caratteri del campo
    - `[dimensione]`: uno tra
      - `h` argomento è `short`
      - `l` argomento è `long`
      - `L` argomento è `long double`

37

---

---

---

---

---

---

---

---

## I/O a caratteri

- Acquisizione/stampa di un carattere alla volta
- Istruzioni
  - **getchar()**
    - Legge un carattere da tastiera
    - Il carattere viene fornito come "risultato" di `getchar`
    - (valore intero)
    - In caso di errore il risultato è la costante `EOF` (definita in `stdio.h`)
  - **putchar(<carattere>)**
    - Stampa `<carattere>` su schermo
    - `<carattere>`: una dato di tipo `char`

38

---

---

---

---

---

---

---

---

## I/O a caratteri - Esempio

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main(int argc, char*argv[]){
    char tast;
    printf("Premere un tasto... ");
    tast = getchar();
    if (tast != EOF) {
        printf("Carattere letto da putchar: ");
        putchar(tast);
        putchar('\n');
        printf("Carattere letto da printf: %c\n", tast);
        printf("Codice ASCII: %d\n", tast);
    } else {
        printf("Letto end of file\n");
    }
    exit(0);
}
```

```
prava@mas:~/teaching/Lab50/examples$ ./getchar_putchar.x
Premere un tasto... G
Carattere letto (putchar): G
Carattere letto (printf): G
Codice ASCII: 71
prava@mas:~/teaching/Lab50/examples$
```

---

---

---

---

---

---

---

---

## scanf/printf -- getchar/putchar

- `scanf` e `printf` sono “costruite” a partire da `getchar/putchar`
- `scanf/printf` utili quando è noto il formato (tipo) del dato che viene letto
  - Es.: serie di dati tabulati con formato fisso
- `getchar/putchar` utili quando non è noto
  - Es.: un testo

40

---

---

---

---

---

---

---

---

## I/O a righe

- **Acquisizione/stampa di una riga alla volta**
  - Riga = serie di caratteri terminata da `'\n'`
- Istruzioni:
  - `gets (<variabile stringa>)`
    - Legge una riga da tastiera (fino a `'\n'`)
    - La riga viene fornita come stringa `<stringa>` senza il carattere `'\n'`
    - In caso di errore il risultato è la costante `NULL` (definita in `stdio.h`)
  - `puts (<stringa>)`
    - Stampa `<stringa>` su schermo
    - Aggiunge sempre `'\n'` in coda alla stringa

41

---

---

---

---

---

---

---

---

## I/O a righe

- **NOTA:**
  - L'argomento di `gets/puts` è di un tipo non primitivo, definito come segue:  
**`char*`**
  - Significato: **stringa = vettore di caratteri (`char`)**
    - Simbolo `***` indica l'indirizzo di partenza della stringa in memoria
    - Detto “puntatore”
  - Esempio
    - `char* s;`



42

---

---

---

---

---

---

---

---

## I/O a righe - Esempio

```
#include <stdio.h>
int main(int argc, char *argv[]) {
    char s[10]; /* non char* s; */
    char *res;
    printf("Scrivi qualcosa\n");
    res = gets(s);
    if (res != NULL) /* errore ? */
    {
        puts("Hai inserito: ");
        puts(s);
    }
}
```

43

---

---

---

---

---

---

---

---

## I/O a righe

- NOTE
  - puts/gets sono "costruite" a partire da getchar/putchar
  - Uso di gets richiede l'allocazione dello spazio di memoria per la riga letta in input
    - Gestione dei puntatori
  - puts(s) è identica a printf("%s\n", s);
- Usate meno di frequente degli altre istruzioni di I/O

44

---

---

---

---

---

---

---

---

## Le funzioni

---

---

---

---

---

---

---

---

## Funzioni

- Un programma C consiste di una o più funzioni
  - Almeno `main()`
- Funzionamento identico ai metodi
- Definizione delle funzioni
  - Prima della definizione di `main()`
  - Dopo della definizione di `main()` → necessario premettere in testa al file il *prototipo* della funzione
    - Nome
    - Argomenti

46

---

---

---

---

---

---

---

---

## Funzioni e prototipi: esempio

```
double f(int x)
{
  ...
}
int main ()
{
  ...
  z = f(y);
  ...
}

double f(int);
int main ()
{
  ...
  z = f(y);
  ...
}
double f(int x)
{
  ...
}
```

47

---

---

---

---

---

---

---

---

## Passaggio dei parametri

- In C, il passaggio dei parametri avviene *per valore*
  - Significato: Il valore dei parametri attuali viene copiato in variabili locali della funzione
- Implicazione
  - I parametri attuali non vengono MAI modificati dalle istruzioni della funzione

48

---

---

---

---

---

---

---

---

## Passaggio dei parametri - Esempio

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

void swap(int a,int b) {
    int tmp;
    tmp = a;
    a = b;
    b = tmp;
    printf("swap: a=%d
           b=%d\n",a,b);}

int main(int argc, char*
        argv[]) {
    int x,y;
    printf("Inserire due
           numeri: ");
    scanf("%d %d",&x,&y);
    printf("main: x=%d
           y=%d\n",x,y);
    swap(x,y);
    /* x e y NON VENGONO
       MODIFICATI */
    printf("main: x=%d
           y=%d\n",x,y);}
```

Terminal

```
prava@masi:~/teaching/Lab50/examples$ ./par_by_val.x
Inserire due numeri: 10 20
main: x=10 y=20
swap: a=20 b=10
main: x=10 y=20
prava@masi:~/teaching/Lab50/examples$
```

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Passaggio dei parametri

- Per modificare i parametri
  - Passaggio per indirizzo (by reference)
    - parametri attuali = indirizzi di variabili
      - Ottenibile con l'operatore '&' da premettere al nome della variabile
    - parametri formali = *puntatori* al tipo corrispondente dei parametri attuali
  - Concetto
    - Passando gli indirizzi dei parametri formali posso modificarne il valore

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Passaggio dei parametri - Esempio

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

void swap(int *a,int *b) {
    int tmp;
    tmp = *a;
    *a = *b;
    *b = tmp;
    printf("swap: a=%d
           b=%d\n",*a,*b);}

int main(int argc, char*
        argv[]) {
    int x,y;
    printf("Inserire due
           numeri: ");
    scanf("%d %d",&x,&y);
    printf("main: x=%d
           y=%d\n",x,y);
    swap(&x,&y);
    /* x e y ORA VENGONO
       MODIFICATI */
    printf("main: x=%d
           y=%d\n",x,y);}
```

Terminal

```
prava@masi:~/teaching/Lab50/examples$ ./par_by_ref.x
Inserire due numeri: 10 20
main: x=10 y=20
swap: a=20 b=10
main: x=20 y=10
prava@masi:~/teaching/Lab50/examples$
```

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Funzioni di libreria

- Il C prevede numerose funzioni predefinite per scopi diversi
- Particolarmente utili sono
  - Funzioni matematiche
  - Funzioni di utilità
- **Definite in specifiche librerie**
- **Tutte descritte nel man**

52

---

---

---

---

---

---

---

---

## Funzioni matematiche

- Utilizzabili con `#include <math.h>`

funzione	definizione
<code>double sin (double x)</code>	seno
<code>double cos (double x)</code>	coseno
<code>double tan (double x)</code>	tangente
<code>double asin (double x)</code>	arcoseno
<code>double acos (double x)</code>	arcoseno
<code>double atan (double x)</code>	arcotangente
<code>double atan2 (double y, double x)</code>	<code>atan (y / x)</code>
<code>double sinh (double x)</code>	seno iperbolico
<code>double cosh (double x)</code>	coseno iperbolico
<code>double tanh (double x)</code>	tang. iperbolica

53

---

---

---

---

---

---

---

---

## Funzioni matematiche (2)

- Utilizzabili con `#include <math.h>`

funzione	definizione
<code>double pow (double x, double y)</code>	$x^y$
<code>double sqrt (double x)</code>	radice quadrata
<code>double log (double x)</code>	logaritmo naturale
<code>double log10 (double x)</code>	logaritmo decimale
<code>double exp (double x)</code>	$e^x$
<code>double ceil (double x)</code>	<code>ceiling(x)</code>
<code>double floor (double x)</code>	<code>floor(x)</code>
<code>double fabs (double x)</code>	valore assoluto
<code>double fmod (double x, double y)</code>	modulo

54

---

---

---

---

---

---

---

---

## Funzioni di utilità

- Varie categorie
  - Classificazione caratteri

```
#include <ctype.h>
```
  - Funzioni matematiche intere

```
#include <stdlib.h>
```
  - Stringhe

```
#include <string.h>
```

55

---

---

---

---

---

---

---

---

## Funzioni di utilità

- Classificazione caratteri

<i>funzione</i>	<i>definizione</i>
<code>int isalnum (char c)</code>	Se c è lettera o cifra
<code>int isalpha (char c)</code>	Se c è lettera
<code>int isascii (char c)</code>	Se c è lettera o cifra
<code>int islower (char c)</code>	Se c è una cifra
<code>int isdigit (char c)</code>	Se c è minuscola
<code>int isupper (char c)</code>	Se c è maiuscola
<code>int isspace (char c)</code>	Se c è spazio, tab, \n
<code>int iscntrl (char c)</code>	Se c è di controllo
<code>int isgraph (char c)</code>	Se c è stampabile, non spazio
<code>int isprint (char c)</code>	Se c è stampabile
<code>int ispunct (char c)</code>	Se c è di interpunzione

56

---

---

---

---

---

---

---

---

## Funzioni di utilità

- Funzioni matematiche intere

<i>funzione</i>	<i>definizione</i>
<code>int abs (int n)</code>	valore assoluto
<code>long labs (long n)</code>	valore assoluto
<code>div_t div (int numer, int denom)</code>	quoto e resto della divisione intera
<code>ldiv_t ldiv(long numer, long denom)</code>	quoto e resto della divisione intera

Nota: `div_t` e `ldiv_t` sono di un tipo aggregato particolare fatto di due campi (`int` o `long` a seconda della funzione usata):  
`quot /* quoziente */`  
`rem /* resto */`

57

---

---

---

---

---

---

---

---

## string.h

- Funzioni per Stringhe

funzione	definizione
<code>char* strcat (char* s1, char* s2);</code>	concatenazione di s1 e s2
<code>char* strchr (char* s, int c);</code>	trova c dentro s
<code>int strcmp (char* s1, char* s2);</code>	confronto
<code>char* strcpy (char* s1, char* s2);</code>	copia s2 in s1
<code>int strlen (char* s);</code>	lunghezza di s
<code>char* strncat (char* s1, char* s2, int n);</code>	concat. n car. max
<code>char* strncpy (char* s1, char* s2, int n);</code>	copia n car. max
<code>char* strncmp (char* dest, char* src, int n);</code>	cfr. n car. max

58

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## I file

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## File sequenziali

- Accesso tramite variabile di tipo *stream* (flusso)
- Definita in `stdio.h`
- Definizione  
`FILE *<identificatore>;`
- Al momento dell'attivazione di un programma vengono automaticamente attivati tre stream
  - `stdin`
  - `stdout`
  - `stderr`

60

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## File sequenziali

- **stdin** automaticamente associato allo standard input (tastiera)
- **stdout** e **stderr** automaticamente associati allo standard output (video)
- **stdin, stdout, stderr** direttamente utilizzabili nelle istruzioni per l'accesso a file

61

---

---

---

---

---

---

---

---

## Apertura di un file

- Per accedere ad un file è necessario aprirlo:
  - Apertura = connessione di un file fisico (su disco) ad un file logico (stream)  
`FILE* fopen(char* <nomefile>, char* <modo>);`
  - **<nomefile>**: nome del file fisico
  - **<modo>**: il tipo di accesso al file
    - "r": sola lettura
    - "w": sola scrittura (cancella il file se esiste)
    - "a": *append* (aggiunge in coda ad un file)
    - "r+": lettura/scrittura su file esistente
    - "w+": lettura/scrittura su nuovo file
    - "a+": lettura/scrittura in coda o su nuovo file
  - ritorna il puntatore allo stream in caso di successo, altrimenti ritorna **NULL**

62

---

---

---

---

---

---

---

---

## Chiusura di un file

- Quando l'utilizzo del file fisico è terminato, è consigliabile chiudere il file
  - Chiusura: cancellazione della connessione di un file fisico (su disco) ad un file logico (stream)
- Funzione  
`int fclose(FILE* <stream>);`
  - **<stream>**: uno stream aperto in precedenza con `fopen()`
  - Valore di ritorno
    - 0 se ritorna correttamente
    - EOF in caso di errore

63

---

---

---

---

---

---

---

---

## Apertura e chiusura di un file

- Esempio

```
...
FILE *fp; /* variabile di tipo stream */
...
fp = fopen("testo.dat", "r");
/* apro 'testo.dat' in lettura */
if (fp == NULL)
    printf("Errore nell'apertura\n");
else {
    /* qui posso accedere a 'testo.dat' usando fp */
}
...
fclose(fp);
```

64

---

---

---

---

---

---

---

---

## Letture a caratteri

- `int getc (FILE* <stream>);`
- `int fgetc (FILE* <stream>);`
  - Legge un carattere alla volta dallo stream
  - Restituisce il carattere letto o **EOF** in caso di fine file o errore
- NOTA: `getchar ()` equivale a `getc (stdin)`

65

---

---

---

---

---

---

---

---

## Scrittura a caratteri

- `int putc (int c, FILE* <stream>);`
- `int fputc (int c, FILE* <stream>);`
  - Scrive un carattere alla volta sullo stream
  - Restituisce il carattere scritto o **EOF** in caso di errore
- NOTA: `putchar ()` equivale a `putc (stdout)`

66

---

---

---

---

---

---

---

---

## Letture a righe

- `char* fgets(char* <S>, int <n>, FILE* <stream>);`
  - Legge una stringa dallo stream fermandosi al più dopo n-1 caratteri
  - L'eventuale `'\n'` NON viene eliminato (diverso da `gets!`)
  - Restituisce il puntatore alla stringa carattere letto o `NULL` in caso di fine file o errore
  - NOTA: `gets()` "equivale" a `fgets(stdin)`

67

---

---

---

---

---

---

---

---

## Scrittura a righe

- `int fputs(char* <S>, FILE* <stream>);`
  - Scrive la stringa `s` sullo stream senza aggiungere `'\n'` (diverso da `puts!`)
  - Restituisce l'ultimo carattere scritto, oppure `EOF` in caso di errore

68

---

---

---

---

---

---

---

---

## Letture formattata

- `int fscanf(FILE* <stream>, char *<formato>, ...);`
  - Come `scanf()`, con un parametro addizionale che rappresenta uno stream
  - Restituisce il numero di campi convertiti, oppure `EOF` in caso di fine file

69

---

---

---

---

---

---

---

---

## Scrittura formattata

- `int fprintf(FILE* <stream>, char *<formato>, ...);`
  - Come `printf()`, con un parametro aggiuntivo che rappresenta uno stream
  - Restituisce il numero di byte scritti, oppure **EOF** in caso di errore

70

---

---

---

---

---

---

---

---

## Le strutture dati aggregate

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tipi aggregati

- In C è possibile definire **dati composti** da elementi eterogenei (*record*), aggregandoli in una singola variabile
  - Individuata dalla keyword **struct**
  - Simile alla classe (ma no metodi!)
- Sintassi (definizione di tipo)

```
struct <identificatore> {  
    campi  
};
```

I campi sono nel formato  
`<tipo> <nome campo>;`

72

---

---

---

---

---

---

---

---

## struct - Esempio

```
struct complex {
    double re;
    double im;
};

struct identity {
    char nome[30];
    char cognome[30];
    char codicefiscale[15];
    int altezza;
    char stato_civile;
};
```

73

---

---

---

---

---

---

---

---

## struct

- Un definizione di struct equivale ad una definizione di tipo
- Successivamente una struttura può essere usata come un tipo per definire variabili
- Esempio

```
struct complex {
    double re;
    double im;
};
...
struct complex num1, num2;
```

74

---

---

---

---

---

---

---

---

## Accesso ai campi

- Una struttura permette di accedere ai singoli campi tramite l'operatore '.', applicato a variabili del corrispondente tipo struct  
`<variabile>.<campo>`
- Esempio

```
struct complex {
    double re;
    double im;
};
...
struct complex num1, num2;
num1.re = 0.33; num1.im = -0.43943;
num2.re = -0.133; num2.im = -0.49;
```

75

---

---

---

---

---

---

---

---

## Definizione di struct come tipi

- E' possibile definire un nuovo tipo a partire da una `struct` tramite la direttiva `typedef`
  - Passabili come parametri
  - Indicizzabili in vettori

- Sintassi

```
typedef <tipo> <nome nuovo tipo>;
```

- Esempio

```
typedef struct complex {  
    double re;  
    double im;  
} compl; → compl z1, z2;
```

76

---

---

---

---

---

---

---

---

## I puntatori

---

---

---

---

---

---

---

---

## Puntatori

- Un puntatore è una variabile che contiene un indirizzo di memoria

- Esempio:

```
int *a;      a è un puntatore a una  
             variabile di tipo intero  
int b;      b è una variabile di tipo intero  
a = 3;      illegale perché a è un puntatore  
a = &b;     ad a viene assegnato l'indirizzo di b  
*a = 3;     legale perché a punta a b, il valore  
             di b viene modificato (b=3)
```

78

---

---

---

---

---

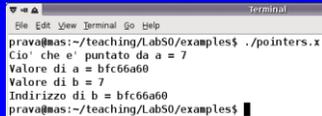
---

---

---

## Puntatori

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main(int argc, char* argv){
    int *a;
    int b;
    a = &b;
    *a = 7;
    printf("Cio' che e' puntato da a = %d\n", *a);
    printf("Valore di a = %x\n", a);
    printf("Valore di b = %d\n", b);
    printf("Indirizzo di b = %x\n", &b);
}
```



---

---

---

---

---

---

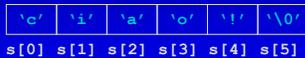
---

---

## Stringhe

- Vettori di caratteri terminati da un carattere aggiuntivo '\0' (NULL)
- Memorizzate come i vettori

• Es: `char s[] = "ciao!";`



- NOTA: la stringa vuota non è un vettore "vuoto"!

• Es: `char s[] = "";`



---

---

---

---

---

---

---

---

## Stringhe, vettori e puntatori

- Esiste uno stretto legame tra stringhe e puntatori, come per qualsiasi altro vettore
- **Nome del vettore = indirizzo del primo elemento**
- Es: `char nome[20];`
  - `*nome` equivale a `nome[0]`
  - `nome` equivale a `&nome[0]`
- NOTA: Per effettuare qualsiasi operazione su stringhe è necessario utilizzare le funzioni di libreria

---

---

---

---

---

---

---

---

## Stringhe, vettori e puntatori

- In generale, è equivalente definire una stringa come
  - `char s[];`
  - `char *s;`
- Lo stesso vale nel caso di funzioni che ricevono una stringa come parametro
  - `int f(char s[])`
  - `int f(char *s)`

82

---

---

---

---

---

---

---

---

## Stringhe, vettori e puntatori

- Differenza sostanziale nella definizione di una stringa come vettore o come puntatore:  
`char s1[] = "abcd";`  
`char *s2 = "abcd";`
  - `s1` è un vettore
    - I caratteri che lo compongono possono cambiare
    - Si riferisce sempre alla stessa area di memoria
  - `s2` è un puntatore
    - Si riferisce ("punta") ad una stringa costante ("abcd")
    - Si può far puntare altrove (es. scrivendo `s2 = ...`) ma ...
    - ... la modifica del contenuto di `s2` ha risultato NON DEFINITO
- Allocate in "zone" di memoria diverse!!!

83

---

---

---

---

---

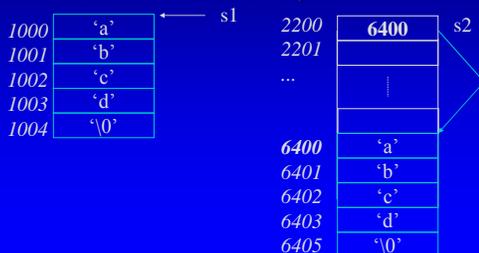
---

---

---

## Stringhe, vettori e puntatori

```
char s1[] = "abcd";  
char *s2 = "abcd";
```



84

---

---

---

---

---

---

---

---

## Stringhe, v

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

int main(int argc, char* argv[]){
    char s1[] = "abcd"; char *s2 = "efgh";
    int i;
    printf("Stringa s1 = %s\n", s1);
    printf("Stringa s2 = %s\n", s2);
    printf("Modifico s1...\n");
    for(i=0;i<4;i++) s1[i] = s1[i]+1;
    printf("... valore modificato = %s\n", s1);
    printf("Modifico s2...\n");
    for(i=0;i<4;i++) s2[i] = s2[i]+1;
    printf("... valore modificato = %s\n", s2);
}
```

```
Terminal
File Edit View Terminal Go Help
prava@mos:~/teaching/Lab50/examples$ ./array_and_pointer.x
Stringa s1 = abcd
Stringa s2 = efgh
Modifico s1...
... valore modificato = bcde
Modifico s2...
Segmentation fault
prava@mos:~/teaching/Lab50/examples$
```

85

---

---

---

---

---

---

---

---

## Puntatori e struct

- E' tipico in C utilizzare le **struct** tramite variabili di tipo **struct\*** (puntatori a struttura)
  - Particolarmente vantaggioso nel caso di **struct** che sono argomenti a funzione
- Accesso ai campi tramite operatore '**->**'

86

---

---

---

---

---

---

---

---

## Puntatori e struct - Esempio

```
struct complex {
    double re;
    double im;
} *num1, num2;
/* num1 è puntatore a struct, num2 =
   struct */

num1->re = 0.33;
num1->im = -0.43943;

num2.re = -0.133;
num2.im = -0.49;
```

87

---

---

---

---

---

---

---

---

## Parametri del main

Come in JAVA è possibile passare dei parametri direttamente dalla linea di comando

Sintassi

- Numero di parametri: `argc`
- Vettore di parametri: `argv[]`
- `argv[0]` = nome del programma

88

---

---

---

---

---

---

---

---

## Parametri al main – Esempio

```
void main(int argc, char *argv[]){
    int t;
    for(i = 0; i < argc; i++)
        printf("argomento [%d]=%s\n", i, argv[i]);
}
```



```
prava@mas:~/teaching/Lab50/examples$ ./main_args.x arg1 arg2 ... argn
argomento[0]=./main_args.x
argomento[1]=arg1
argomento[2]=arg2
argomento[3]=...
argomento[4]=argn
prava@mas:~/teaching/Lab50/examples$
```

89

---

---

---

---

---

---

---

---

## Memoria dinamica

---

---

---

---

---

---

---

---

## Memoria dinamica

- E' possibile creare strutture dati allocate nella memoria dinamica del processo (*heap*)
  - Allocazione al tempo di esecuzione
- Funzione `malloc()`
  - `void* malloc(int <numero di byte>)`
    - Per allocare il tipo desiderato si usa l'operatore di `cast ()`
- Due usi
  - Allocazione dinamica di vettori
  - Allocazione dinamica di strutture

91

---

---

---

---

---

---

---

---

## Vettori e malloc

- Bisogna dichiarare la dimensione del vettore
  - Esempi
    - per allocare un vettore di 10 caratteri

```
char* s;  
s = (char*) malloc(10);
```
    - per allocare un vettore di n caratteri

```
char* s;  
int n = argv[1];  
s = (char*) malloc(n);
```

92

---

---

---

---

---

---

---

---

## Strutture e malloc

- Bisogna sapere quanto spazio (byte) occupa la struttura
- Funzione `sizeof(<variabile>)`
  - Ritorna il numero di byte occupati da <variabile>
- Esempio

```
typedef struct {  
    float x,y;  
} point;  
typedef struct Point;
```

```
Point* segment;  
segment = (Point*) malloc(2*sizeof(Point));  
/* vettore di due variabili point */
```

93

---

---

---

---

---

---

---

---

## Liberare la memoria

- E' buona regola "liberare" sempre la memoria allocata con la funzione `free()`
  - `free (<puntatore allocato con malloc>);`
- Esempio

```
segment = (Point*)  
    malloc(2*sizeof(Point));  
...  
free(segment);
```

94

---

---

---

---

---

---

---

---

## Le librerie

---

---

---

---

---

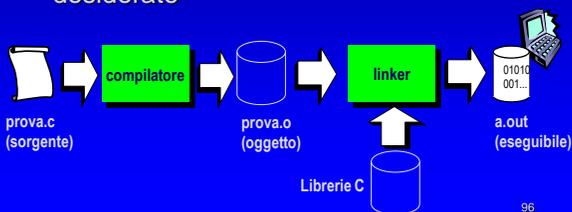
---

---

---

## Le librerie

- Quando un file viene compilato, dopo la fase di "LINK" ho a disposizione l'eseguibile, per il sistema operativo desiderato



96

---

---

---

---

---

---

---

---

## Le librerie

- L'eseguibile può contenere tutto il codice delle librerie necessario per l'esecuzione (link statico), oppure contenere solo i riferimenti ai file di libreria (link dinamico)
- Se l'eseguibile è "linkato dinamicamente" è necessario che siano state "installate" tutte le librerie richieste dall'eseguibile

97

---

---

---

---

---

---

---

---

## Le librerie

- Librerie dinamiche: `.so`
- Librerie statiche: `.a`
- Comando **ldd**
  - E' possibile vedere le librerie dinamiche richieste da un eseguibile

```
prava@mos:~/teaching/Lab50/examples$ ldd /usr/bin/gcc
linux-gate.so.1 => (0xffff0000)
libc.so.6 => /lib/tls/i686/cmov/libc.so.6 (0xb7e81000)
/lib/ld-linux.so.2 (0xb7fb8000)
prava@mos:~/teaching/Lab50/examples$ ldd /usr/bin/startx
not a dynamic executable
prava@mos:~/teaching/Lab50/examples$
```

98

---

---

---

---

---

---

---

---

## Le librerie

- Comando **nm**
  - E' possibile vedere il contenuto (simboli) delle librerie dinamiche e statiche
- Comando **ar**
  - E' possibile creare una libreria statica (`.a`) unendo un insieme di file `.o`

99

---

---

---

---

---

---

---

---

## Le librerie

- Per specificare dove si trovano le librerie esistono due sistemi di configurazione
  - /etc/ld.so.conf
  - LD\_LIBRARY\_PATH
- `gcc -l<nome>`  
specifica il link con la libreria `lib<nome>.so`

100

---

---

---

---

---

---

---

---

## Compilazione

---

---

---

---

---

---

---

---

## Make

- È possibile compilare un insieme di file con il comando `make`
- Il `make` si basa su un file `Makefile` che contiene le `direttive di compilazione` dei vari file
- Il `make` sfrutta il concetto di dipendenza e i marcatori temporali dei file C per decidere cosa compilare

102

---

---

---

---

---

---

---

---

## Il Makefile – target e regole

- E' un elenco di target e regole corrispondenti  
Target 1: lista dei file da analizzare  
<tabulazione> Regola  
Target 2: lista dei file da analizzare  
<tabulazione> Regola  
...
- make
  - Invoca il primo target
- make <nome\_target>
  - Invoca il target <nome\_target>

103

---

---

---

---

---

---

---

---

## Il Makefile

# Esempio

```
STRINGA = TUTTI E TRE
one:
    @echo UNO
two:
    @echo DUE
three:
    @echo TRE
all: one two three
    @echo $(STRINGA)
```

```
prava@mas:~/teaching/Lab50/examples$ make -f makefile_echo
UNO
prava@mas:~/teaching/Lab50/examples$ make -f makefile_echo two
DUE
prava@mas:~/teaching/Lab50/examples$ make -f makefile_echo all
UNO
DUE
TRE
TUTTI E TRE
prava@mas:~/teaching/Lab50/examples$
```

104

---

---

---

---

---

---

---

---

## Il Makefile – Struttura

# Questo è un commento

VARIABILE = valore

\$(VAR) espande la variabile VAR in valore

# alcune macro predefinite

#\$@ : L'eseguibile

#\$^ : lista delle dipendenze

#\$< : prima dipendenza

\$\$? : file modificati

\$\$% : file corrente

105

---

---

---

---

---

---

---

---

