Programmazione C

Davide Quaglia
a.a. 2009/2010

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

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
    - Assegnamenti
    - Controllo del flusso
  - Diverse istruzioni di I/O

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>

C vs. Java

- Esempio

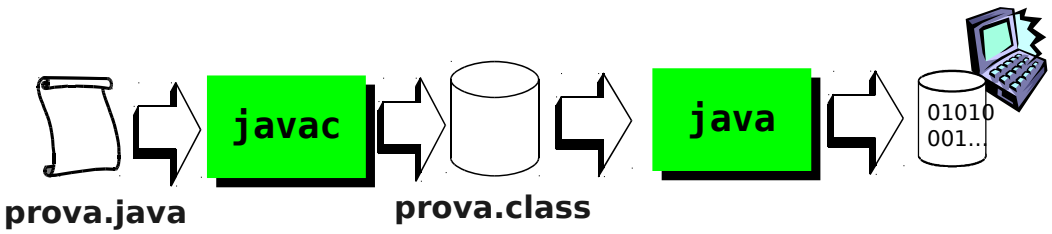
```
public class Hw
{
 public static void main(String args[])
 {
    int i;
    System.out.println("Hello World!");
 }
}
```

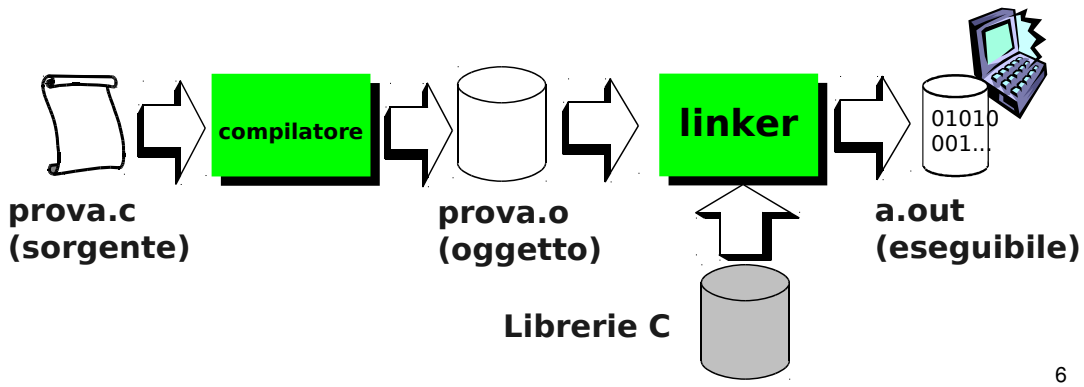
Hw.java

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

Hw.c

C vs. Java: flusso di esecuzione





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`**

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`

Compilatore C

- Esempi:
  - **gcc prova.c**
    - Genera un eseguibile con il nome a.out
  - **gcc –o prova.x prova.c**
    - Genera un eseguibile con il nome **prova.x**
  - **gcc –o prova.x –g prova.c**
    - Genera **prova.x** con info di debugging
  - **gcc –c prova.c**
    - Genera il file **prova.o** cioè non effettua il linking
  - **gcc –o prova.g –g –lm prova.c**

Genera un eseguibile con il nome **prova.g**, info di debugging e usando la libreria **libm.a**

Struttura di un programma C

- Versione minima

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

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)
}
```


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 dalle singole funzioni con il relativo tipo
  - Il **`main`** è considerato una funzione come le altre anche se ha un nome speciale

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 **'#'**

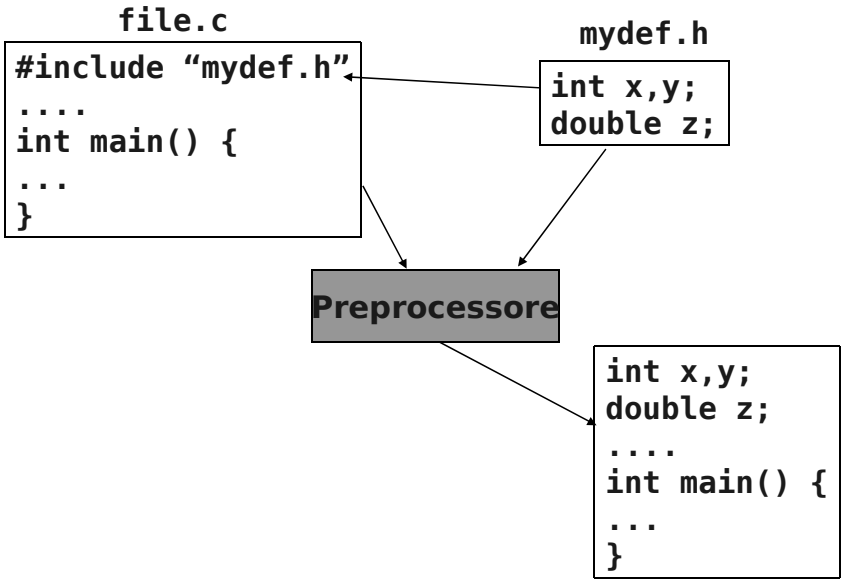
Direttive del preprocessore

- **`#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***

Direttive del preprocessore

- **`#define`**
  - Definizione di un valore costante
  - Ogni riferimento alla costante viene espanso dal preprocessore al valore corrispondente
  - E' buona consuetudine mettere il nome tutto maiuscolo
  - Esempi
    - **`#define FALSE 0`**
    - **`#define SEPARATOR “--------------------”`**

La direttiva #include



Le variabili

Definizione di variabili

- Tutti le variabili devono essere definite prima di essere usate
- Definizione di una variabile
  - riserva spazio in memoria
  - assegna un nome
- Richiede l'indicazione di
  - tipo
  - modalità di accesso (variabili/costanti)
  - nome (identificatore)

Tipi base (primitivi)

- Sono quelli forniti direttamente dal C
- Identificati da parole chiave!
  - **`char`** caratteri ASCII ('a', 'b', '1')
  - **`int`** interi (complemento a 2)
  - **`float`** reali (floating point singola precisione)
  - **`double`** reali (floating point doppia precisione)
- In generale la dimensione precisa di questi tipi dipende dall'architettura (non è definita dal linguaggio C)
  - Eccezione **`char`** sempre su un byte (8 bit)

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**
  - 16 (short) / 32 (long)
  - Applicabili al tipo **int**
  - Utilizzabili anche senza specificare **int**

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 ','

Definizione di variabili

- Esempi:

```
int x;
char ch;
long int x1,x2,x3;
double pi;
short int stipendio;
long y,z;
```

- Usiamo nomi significativi!
  - Es:
```
int x0a11; // NO!
int valore; // OK.
```


Valori costanti

- Valori che rappresentano quantità fisse
- Esempi
  - **char**
    - **'f'**
  - **int, short, long**
    - **26 /* notazione decimale */**
    - **0x1a , 0X1A /* notazione esadecimale */**
    - **032 /* notazione ottale (base 8) */**
    - **26L /* costante forzata a long */**
    - **26U /* costante forzata a unsigned */**
    - **26UL /* costante forzata a unsigned long */**
  - **float, double**
    - **-212.6**
    - **-2.126e2 -2.126E2**
    - **-2.126e-2**

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)**

Definizione di variabili costanti

- Sintassi
  [**const**] <***tipo***> <***variabile***> [= <***valore***>] ;
- Esempi
  - **const double pigreco = 3.14159;**
  - **const char separatore = '$';**
  - **const float aliquota = 0.2;**
- Preferibile rispetto all'uso di **#define**
- Convenzione
  - Identificatori delle constanti tipicamente in MAIUSCOLO
  - **const double PIGRECO = 3.14159**

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”**

Visibilità delle variabili

- Ogni variabile è definita all’interno di un preciso *ambiente di visibilità* (scope)
- *Variabili globali*
  - Definite all’esterno del **main()** e di tutte le altre funzioni
- Variabili *locali*
  - Definite all’interno di un blocco { … }
  - Es. di blocco
    - funzione main
    - altre funzioni
    - blocchi { … } all'interno di costrutti **if** e cicli

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;
   if (a > b)
   {
        int d;
        double z;
        ……
   }
   ……
}
```


Le istruzioni

Istruzioni

- Assegnamenti
  - Come in Java
- Operatori
  - Simili a quelli di Java (non tutti)
- Istruzioni di controllo del flusso
  - Come in Java

Le funzioni di input / output

La funzione printf()

- **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**

La funzione 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
```

La funzione 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);
```


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

I/O formattato avanzato

- **scanf**

%[*][max im][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`

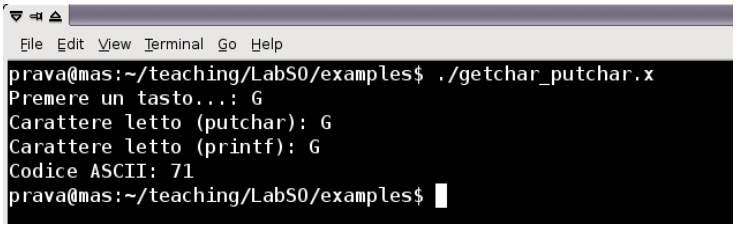
I/O a caratteri

- 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*>*:* un dato di tipo **char**

I/O a caratteri - Esempio

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main(int argc, char*argv[]){
   char tasto;
   printf("Premere un tasto...: ");
   tasto = getchar();
   if (tasto != EOF) {
        printf("Carattere letto da putchar: ");
   putchar(tasto);
        putchar('\n');
        printf("Carattere letto da printf: %c\n", tasto);

        printf("Codice ASCII: %d\n",
   tasto);                    } else {
        printf("Letto end of file\n");
   }
   exit(0);
}
```



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

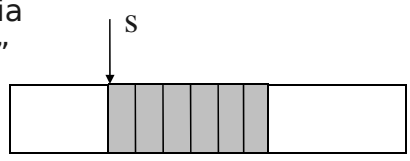
I/O a righe

- 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 in <*variabile 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

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;**



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);
    }
}
```


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

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
  - I prototipi si possono raccogliere in header file da includere con la direttiva `#include`

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)
{
  …
}
```

dichiarazione

definizione

Passaggio dei parametri

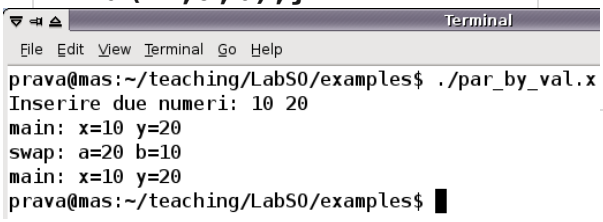
- In C, il passaggio dei parametri avviene *per valore*
  - Significato: Il valore dei parametri attuali viene copiato in variabili locali della funzione
- Implicazione
  - I parametri attuali non vengono MAI modificati dalle istruzioni della funzione

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);}
```



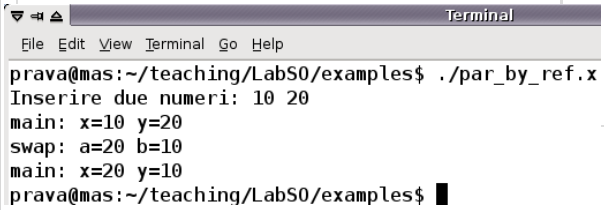
Passaggio dei parametri

- 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 attuali 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);}
```



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*

Funzioni matematiche

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

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

Funzioni matematiche (2)

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

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

Funzioni di utilità

- Varie categorie
  - Classificazione caratteri

```
#include <ctype.h>
```

  - Funzioni matematiche intere

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

  - Stringhe

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


Funzioni di utilità

- Classificazione caratteri

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

Funzioni di utilità

- Funzioni matematiche intere

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


string.h

- Funzioni per Stringhe

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

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`**

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

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`**

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
    - E0F in caso di errore

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);
```

Lettura 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)**

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)**

Lettura 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)**

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

Lettura 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

Scrittura formattata

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

I tipi di dato strutturati

Tipi strutturati

- 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*>;

struct - Esempio

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

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


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;
```

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;
```


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;
```

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

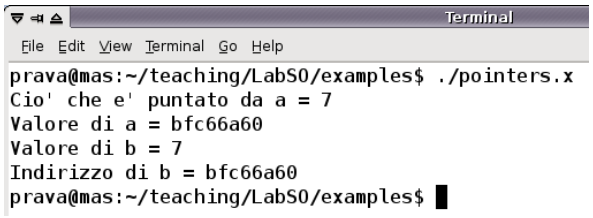
`a = &b;` ad **a** viene assegnato l'indirizzo di **b**

`*a = 3;` legale perché **a** punta a **b**, il valore di **b** viene modificato (**b=3**)

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!”;`**

‘c’	‘i’	‘a’	‘o’	‘!’	‘\0’
s[0]	s[1]	s[2]	s[3]	s[4]	s[5]

- NOTA: la stringa vuota non è un vettore “vuoto”!
  - Es: **`char s[] = “”;`**

‘\0’
s[0]

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)`**

Stringhe, vettori e puntatori

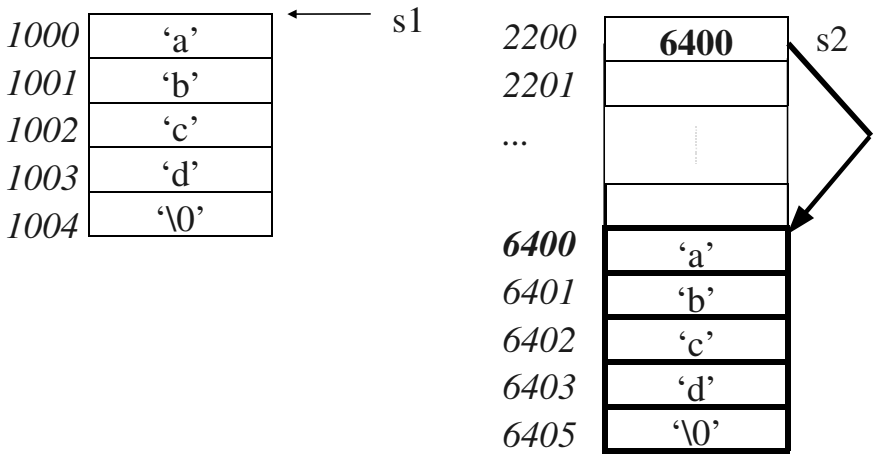
- Differenza sostanziale nella definizione di una stringa come vettore o come puntatore:

```
char s1[] = “abcd”;
char *s2 = “abcd”;
```

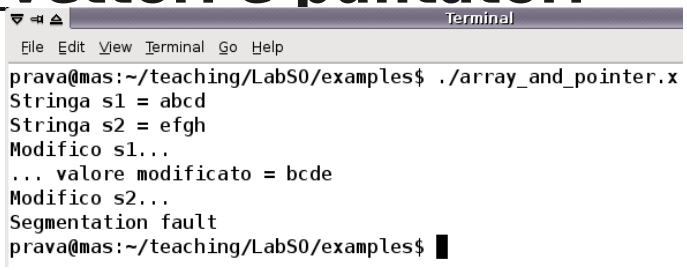
  - s1 è un vettore
    - I caratteri che lo compongono possono cambiare
    - Si riferisce sempre alla stessa area di memoria
  - s2 è un puntatore
    - Si riferisce (“punta”) ad una stringa costante (“abcd”)
    - Si può far puntare altrove (es. scrivendo s2 = ...) ma ...
    - ... la modifica del contenuto di s2 ha risultato NON DEFINITO
- Allocate in “zone” di memoria diverse!!!

Stringhe, vettori e puntatori

```
char s1[] = “abcd”;
char *s2 = “abcd”;
```



Stringhe, vettori e puntatori




```
#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);
}
```


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 '**`->`**'

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;
```


Parametri del main

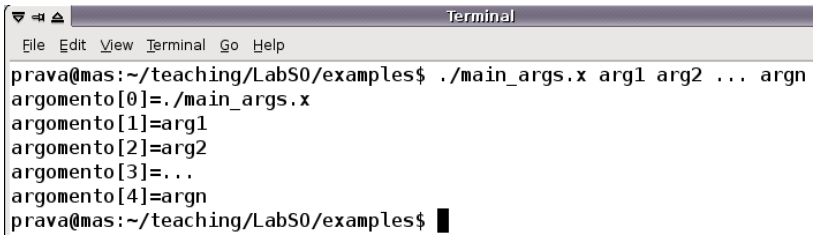
Come in JAVA è possibile passare dei parametri direttamente dalla linea di comando

Sintassi

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

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]);
}
```



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

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);
```

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;

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


Liberare la memoria

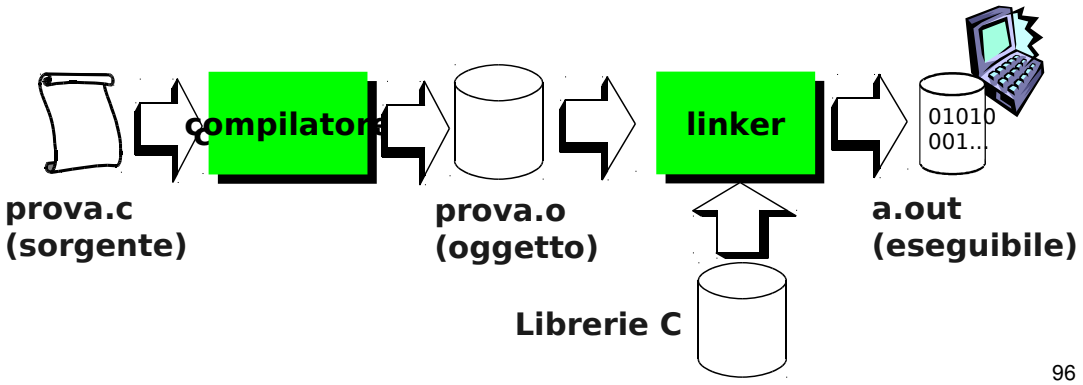
- E' buona regola "liberare" sempre la memoria allocata con la **funzione free()**
  - **free(**<puntatore allocato con malloc>**);**
- Esempio

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

Le librerie

Le librerie

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

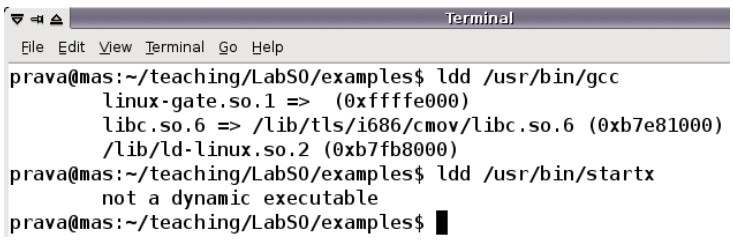


Le librerie

- 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

Le librerie

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



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
- Comando ld
  - E’ il loader. Può essere usato anche per creare librerie dinamiche (.so)

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

Compilazione di progetti software complessi

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

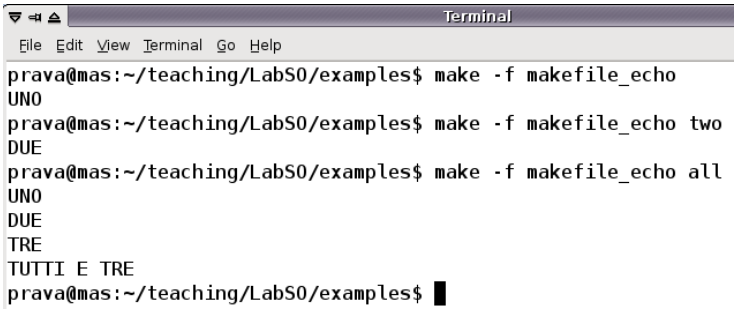
Il Makefile – target e regole

- 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>

Il Makefile - Esempio




```
# Esempio

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

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
```


Il makefile – Esempio (2)

```
OBJECTS=main.o myfunc.o
CFLAGS=-g
LIBS=-lm
CC=gcc
PROGRAM_NAME=prova
.SUFFIXES : .o .c
.c.o :
    $(CC) $(CFLAGS) -c $<
$(PROGRAM_NAME) : $(OBJECTS)
    $(CC) $(CFLAGS) -o $(PROGRAM_NAME) $(OBJECTS) $(LIBS)
    @echo "Compilazione completata!“
clean :
    rm –f *.o prova core
```

Debugging

Il debugging

- E’ possibile eseguire/provare un programma passo/passo per analizzare errori run-time tramite un debugger
- GDB (gnu debug) è il debugger della GNU
  - Esistono numerosi front-end grafici per il GDB, il più famoso è sicuramente il DDD
- Per poter analizzare un eseguibile bisogna compilarlo con
  - gcc –g: genera le info per il debugging
  - gcc –ggdb: genera le info per il debugging GDB