Architettura dei Calcolatori e Sistemi Operativi
Programmazione C

Chair

Prof. C. Brandolese

e-mail: carlo.brandolese@polimi.it
phone: +39 02 2399 3492
web: home.dei.polimi.it/brandole

Politecnico di Milano

Teaching Assistant

A. Canidio

e-mail: andreA. Canidio@mail.polimi.it
material: github.com/acanidio/polimi_cr_acso_2018

Outline

- **Programmazione C**
  - Comando *man*
  - Compilatore *gcc*
  - Parametri *argv* e *envp*
  - Classi di memorizzazione
  - Puntatori
  - *Struct* e *union*

Comando *man*

- **Man è il manuale di sistema per i sistemi Linux.**

```
man [<section>] <page>
```

- **Ogni argomento *page* è il nome di un programma, una utility o una funzione disponibile nel sistema. Eventualmente aggiungendo l'argomento *section* si può specificare la sezione del manuale che si vuole accedere:**
  - Executable programs or shell commands
  - System calls (functions provided by the kernel)
  - Library calls (functions within program libraries)
  - Special files (usually found in /dev)
  - File formats and conventions eg /etc/passwd
  - Games
  - Miscellaneous (including macro packages and conventions), e.g. man(7), groff(7)
  - System administration commands (usually only for root)
  - Kernel routines [Non standard]
- **Attenzione! *man* è vostro amico, sfruttatelo.**

Compilatore *gcc*

- **Compilatore in grado di trasformare il codice sorgente C in codice macchina**

```
gcc [options] <filename>
```

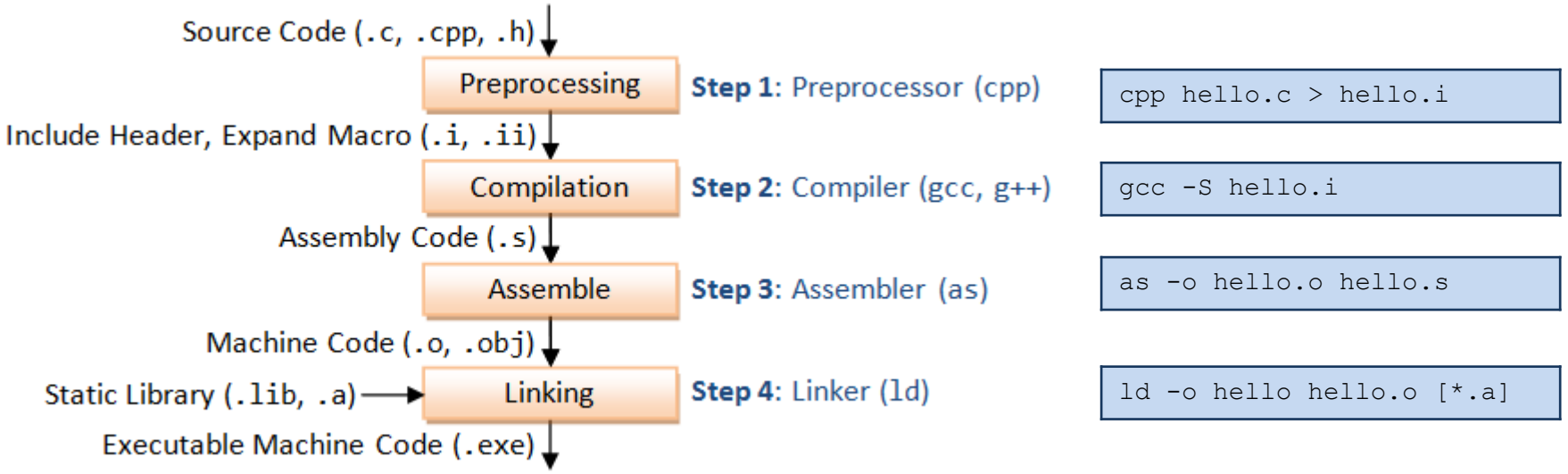
- **Tra le opzioni più importanti troviamo:**
  - `-o outputfile` specifica il nome del file di output
  - `-Wall` attiva tutti i warning
  - `-g` genera simboli aggiuntivi per *gdb*
  - `-v` attiva la modalità *verbose*
  - `-lm` linking libreria *math.h*
  - `-S` genera i file *assembly*
  - `-D name` Definisce *name* come macro, con definizione 1.

Fasi della compilazione *gcc*

Come si passa da un codice sorgente C ad un programma eseguibile?

```
gcc hello.c -o hello
```

- Il compilatore GCC compie questo processo in 4 passi successivi



- L'alternativa è chiedere al GCC di salvare i file intermedi prodotti durante la compilazione

```
gcc -save-temps hello.c -o hello
```

Preprocessore e compilazione condizionale

- **Il preprocessore legge un sorgente C e produce in output un altro sorgente C, dopo avere espanso in linea le macro, incluso i file e valutato le compilazioni condizionali o eseguito altre direttive.**
- **Il preprocessore agisce principalmente sulle keyword**
  - #include
  - #define
  - …
- **Esistono direttive del preprocessore che consentono la compilazione condizionata, vale a dire la compilazione di parte del codice sorgente solo sotto certe condizioni. Questo è possibile attraverso le keyword**
  - #if, #ifdef, #ifndef
  - #else, #elif
  - #endif

Parametri *argv* e *envp*

Dichiarazioni possibili

- `int main(int argc, char *argv[])`
- `int main(int argc, char *argv[], char *envp[])`
- `int main(void)`

Significato dei parametri

- `argc` numero degli argomenti
- `argv` vettore di puntatori a char che contiene la lista dei parametri passati al main
  - `argv[0]` restituisce sempre il nome del programma;
- `envp` restituisce le variabili d'ambiente

Ritorno dal main

- Il main ritorna di default con `return 0,` se non viene specificato altro dal programmatore.
- Tradizionalmente lo standard C prevede solo due possibili stati di uscita dal main:
  - `return 0;` EXIT_SUCCESS - indica che il programma ha avuto successo
  - `return x;` con $x \neq 0$ EXIT_FAILURE - in pratica , il significato dei valori di ritorno diversi da zero può essere gestito dal programmatore

Classi di memorizzazione

- **Definiscono le regole di visibilità delle variabili e delle funzioni quando il programma è diviso su più file.**
- **Variabili e funzioni hanno un attributo che specifica una tra 4 classi di memorizzazione possibili.**

- **Le classi di memorizzazione in C possono essere:**
  - *auto* solo per variabili
  - *static* allocazione di memoria e visibilità
  - *extern* per variabili e funzioni
  - *register* solo per variabili

Classe *auto*

- **E' quella usuale per le variabili locali. Lo spazio per variabili automatiche viene riservato all'interno del record di attivazione della funzione e rilasciato quando questa termina. La parola riservata che specifica tale attributo è** `auto`

- **Di default tutte le variabili locali sono automatiche**

```
void f(void)
{
      int tmp;
      ...
}
```

equivale a

```
void f(void)
{
      auto int tmp;
      ...
}
```

Classe *static* - memoria

- **Una variabile locale statica è una variabile di una funzione che vede associato uno spazio per tutto il tempo che il programma è in esecuzione. Una variabile statica conserva il proprio valore (anche se inaccessibile) tra una chiamata e l'altra della funzione in cui è definita. La parola riservata che specifica tale attributo è** `static`

- **Esempio:** questa funzione stampa il numero di volte che è stata chiamata

```
void f(void)
{
     static int count = 0;
     ...
     printf("%d",++count);
}
```

Classe *static* - visibilità

- **Un secondo uso della parola riservata `static` riguarda la possibilità di limitare la visibilità di variabili globali o funzioni. Una variabile globale o una funzione con attributo di memorizzazione `static` sono visibili esclusivamente nel file d'appartenenza a partire dal punto in cui sono dichiarate.**

Esempio: file1.c

```
void f(void)
{
          ...  /* qui s non è disponibile */
}
static int s; /* variabile globale statica */
void g(void)
{
          ...  /* qui s è disponibile */
}
```

file 2.c

```
extern int s; /* errore: s non è disponibile */
void g(void)
{
          s = 2;  /* errore */
}
```

Classe *extern*

- **L'uso dell'attributo esterno riferito a variabili locali rappresenta il modo che una funzione adotta per accedere a variabili globali definite in altri file. Una variabile locale esterna non è quindi memorizzata nel record di attivazione della funzione. La parola riservata che specifica tale attributo è** `extern`

- **L'attributo** `extern` **utilizzato nella definizione di un prototipo di funzione rappresenta un'indicazione data al compilatore che la definizione completa della funzione si trova in un altro file.**

Classe *register*

- **Una variabile locale con classe di memorizzazione registro è una variabile che viene direttamente associata a un registro del processore. Se ciò non è possibile (numero limitato di registri, tipo non compatibile) il compilatore tratta la variabile come automatica. La parola riservata che specifica tale attributo è** `register`

- **Esempio:** un uso tipico di questa classe è per gli indici di ciclo

```
void f(void)
{
        register int i;
        for (i=0; i<SIZE;i++)
        {...}
}
```

Puntatori

Operatore di referenziazione “Reference” (&) e dereferenziazione (*)

- Utilizzando l’operatore di referenziazione, ovvero &, seguito immediatamente dal nome di una variabile è possibile estrarne l’indirizzo, ovvero referenziarla.
- Utilizzando l’operatore di “dereferenziazione”, ovvvero *, seguito immediatamente dall’indirizzo di una variabile è possibile estrarne il valore, ovvero dereferenziarla.

Puntatore

- Un puntatore è una speciale variabile, in grado di contenere l’indirizzo di un’altra variabile
- La dichiarazione di un puntatore avviene anteponendo al nome della variabile l’operatore di dereferenziazione*:

```
int pluto=10;       /* variabile */
int *pippo=&pluto;  /* puntatore pippo alla variabile pluto */
```

- Il valore NULL viene utilizzato per inizializzare puntatori di qualunque tipo specificando che essi non puntano a nessuna zona di memoria esistente

Fin qui tutto OK…

Puntatori

Puntatori di puntatori

```
int   pippo=1;
int*  pluto=&pippo;
int** paperino=&pluto;
```

Come accedere al valore di pippo per mezzo di paperino?

→ I puntatori di puntatori presentano multipli stati di reindirezione: in questo caso pluto contiene l'indirizzo di pippo e paperino l'indirizzo di pluto, pertanto per leggere il valore di pippo dovrò dereferenziare due volte paperino.

Puntatori a void

- Possono essere utilizzati per puntare a dati di qualunque tipo
- Sono indeterminati in potere di dereferenziazione e lunghezza del blocco dei dati punti
- A patto che…venga effettuato il **cast**

```
int foo(void* data){
    int *prova; /* se già sappiamo di voler recuperare un intero*/
    prova=(int*) data;
}
```

Type casting

- È buona norma effettuare il cast da un sottotipo a un supertipo (es. da int a float, pericoloso e da usare con estrema cautela il viceversa), per evitare perdita di informazione non voluta.

Puntatori

Puntatori a funzioni

- Si dichiarano come i prototipi delle funzioni, con l'accortezza di includere il nome della funzione tra parentesi e far precedere allo stesso l'operatore di dereferenziazione

Esempio

```
#include <stdio.h>
void   pippo(int i){
      printf("Valore: %d\n",i);
}

void (*foo) (int);

int main(){
   int i=10,j=5;
   pippo(i);
   foo=pippo;
   foo(j);
   (*foo)(j);
}
```

Quale delle due chiamate a foo è quella corretta? Cosa stampa foo?

→ Entrambe, una volta assegnato al puntatore di funzione l'indirizzo della funzione che si vuole chiamare non fa differenza il fatto di dereferenziare o meno il puntatore a funzione al momento della chiamata. `foo(j)` stampa 5.

Struct, union e typedef

- **Struct** Le *struct* del C sostanzialmente permettono l'aggregazione di più variabili, in modo simile a quella degli array, ma a differenza di questi non ordinata e non omogenea (una struttura può contenere variabili di tipo diverso).

```
struct <name> {
   field1;
   field2;
   …
}
```

- **Union** Il tipo di dato *union* serve per memorizzare (in istanti diversi) oggetti di differenti dimensioni e tipo, con, in comune, il ruolo all'interno del programma

```
union {
   field1;
   field2;
   …
}
```

- **Typedef** Per definire nuovi tipi di dato viene utilizzata la funzione typedef