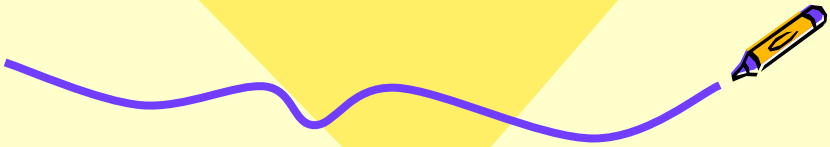
Laboratorio di Algoritmi e Strutture Dati

Aniello Murano

http://people.na.infn.it/~murano



Obiettivi del Corso

- Familiarizzare lo studente con la progettazione di algoritmi e strutture dati.
- Particolare enfasi verrà posta sullo stile di programmazione utile per produrre codice chiaro, modulare, efficiente e facilmente modificabile.
- Dopo una breve introduzione al linguaggio di programmazione C, si procederà all'implementazione di alcune strutture dati fondamentali quali alberi, heap, code con priorità, insiemi disgiunti e grafi.
- Le lezioni sono basate su lezioni frontali e esercitazioni pratiche in laboratorio.

Finalità del Corso

- Al termine del corso gli studenti dovranno essere in grado di realizzare un progetto completo, comprensivo dei seguenti passi:
  - Analisi del problema
  - Individuazione di una soluzione efficiente
  - Stesura del codice
  - documentazione del scelte effettuate e del codice prodotto.

Programma del Corso

Modulo A

- **Breve Introduzione al C**
  - Origini del C e sue relazioni con altri linguaggi di programmazione.
  - Librerie
  - Tipi di dati, espressioni ed istruzioni.
  - Operazioni di input/output.
  - Funzioni….
- **Implementazione delle seguenti strutture dati:**
  - Liste, Code e Stack.
  - Dizionari (Alberi di ricerca, tabelle hash).
  - Code a priorità.
- **Implementazione di algoritmi di ordinamento, ricerca, selezione**

Programma del Corso

Modulo B

- Definizione della struttura dati grafo e sua rappresentazione in memoria
- Algoritmi di visita di grafi (BFS e DFS).
- Componenti connesse di un grafo.
- Ordinamento topologico di un grafo diretto aciclico.
- Minimo albero ricoprente.
- Cammini minimi da singola sorgente.
- Massimo flusso e massimo abbinamento.

Indice (Prima parte)

- Cenni storici
- Caratteristiche generali
  - Identificatori
  - Struttura di un programma C
  - Tipi base
  - Variabili e costanti
- Istruzioni elementari
  - Espressioni ed operatori
  - Assegnazioni
  - Input/output
- Istruzioni di controllo del flusso
  - Istruzioni condizionali
  - Iterazioni

Cenni Storici

- Il linguaggio C è stato sviluppato intorno al 1972 nei Bell Laboratories AT&T americani, da Dennis Ritchie.
- E' nato come linguaggio di sviluppo del Sistema Operativo UNIX.
- Gli antenati del C possono essere riuniti in linea genealogica:
  - **Algol 60** 1960 (Comitato Int.)
  - **CPL** 1963 (Cambridge)
  - **BCPL** 1967 (Cambridge)
  - **B** 1970 (Thompson)
  - **C** 1972 (Ritchie)

Dall'Algol al C

- L'Algol presentava le seguenti caratteristiche:
  - **regolarità della sintassi**,
  - **struttura in moduli**,
  - ma era particolarmente **complesso**.
- Il CPL (Combined Programming Language) ed il BCPL migliorarono molte caratteristiche dell'Algol senza però riuscire ad eliminare la complessità.
- Il linguaggio B (Thompson) era molto legato alla struttura dell'hardware.
- Ritchie seppe riassumere le migliori caratteristiche di questi linguaggi.

Evoluzione

- 1978: Definizione precisa del linguaggio C (B.W. Kernigham & D. Ritchie)
- 1983: Standardizzazione da parte dell'ANSI
- 1986: Objective C (Cox), C++ (Stroustrup)
- 1999: Ultima release dello standard ANSI

Perché programmare in C

- Portabilità del Codice e del Compilatore
- Codice generato molto efficiente
- Facilità di accesso al livello "macchina"
- Interfacciamento completo al S.O. UNIX
- Varietà di operatori di linguaggio
- Strutture dati potenti
- Non complesso (poche keywords)
- Modularità e Riuso

Programmare in C

- Per scrivere un programma in linguaggio C, i passi fondamentali sono:
- Scrivere un codice sorgente in linguaggio C con un **editor**
- Produzione di codice eseguibile utilizzando un **compilatore**
- Dev C++ è un compilatore Free (under the GNU General Public License) http://www.bloodshed.net/dev/devcpp.html

Struttura del Programma Sorgente C

- Un **programma sorgente C** è formato da uno o più blocchi chiamati **funzioni**
- La definizione di una funzione rappresenta la specificazione delle operazioni che dovranno essere svolte all'atto della chiamata.
- La definizione è costituita da due parti:
  - ***intestazione dichiarativa***
  - ***Corpo***
- **L'intestazione** definisce le regole di interfaccia.
- Il **corpo** specifica le operazioni da eseguire ed è formata da un insieme di istruzioni delimitato utilizzando le parentesi graffe **({ })**.

Le istruzioni

- Le istruzioni C terminano con un punto e virgola (;)
- Esempio: printf("Stampa questa riga \n");
- Generalmente, un'istruzione può essere interrotta e ripresa nella riga successiva, dal momento che la sua conclusione è dichiarata chiaramente dal punto e virgola finale.
- Raggruppamenti di istruzioni si fanno utilizzando le parentesi graffe ({ })
- Esempio: <istruzione>; {<istruzione>; <istruzione>; <istruzione>;}

Struttura del Sorgente (2)

- Altri oggetti fondamentali di un codice sorgente in linguaggio C sono:
  - Direttive del preprocessore
  - Commenti
- Le direttive del preprocessore guidano alla compilazione del codice. L'uso più comune riguarda l'inclusione di codice esterno al file sorgente (librerie), composto da file che terminano con l'estensione ".h". Tali istruzioni iniziano con il simbolo "**#**".
- I commenti vengono indicati tra i simboli /* e */.

Esempio di Programma C

- Il seguente è un semplice esempio di programma scritto in linguaggio C

```
#include <stdio.h>
main() /* esempio di programma C */
{
printf("Primo programma C\n");
}
```

- Questo programma ha una sola funzione "**main()**".
- In un programma C esiste un solo **main** e l'esecuzione del programma corrisponde alla chiamata di tale funzione.
- Si notino inoltre la parentesi graffa aperta "**{**" per l'inizio del corpo della funzione e la parentesi graffa chiusa "**}**" per la fine del corpo della funzione

Standard C library

- Esaminiamo l'istruzione

  printf ("Primo programma C\n");

- **printf** è il nome di una funzione il cui codice è già scritto ed inserito nella **standard C library "stdio.h"**.
- Questa libreria viene inclusa durante la fase di compilazione del programma attraverso la direttiva del preprocessore **#include <stdio.h>**.
- La libreria standard è necessaria alla gestione dei flussi di standard input, standard output e standard error.
- Altre funzioni appartenenti a questa libreria sono sono:
- **printf(), fprintf(), sprintf(), scanf(), fscanf(), sscanf(), getc(), gets(), getchar(), putc(), puts(), putchar(), fgetc(), fgets(), fputs(), fwrite(), fread(), etc...**

Gli identificatori

- Gli identificatori di qualsiasi oggetto in un programma possono consistere di un numero qualsiasi di caratteri alfanumerici minuscoli o maiuscoli incluso il carattere "_" (underscore).
- Il primo carattere deve necessariamente essere una lettera oppure il carattere underscore("_").
- Il compilatore fà differenza tra lettere minuscole e maiuscole
- **Esempi validi:** sp_addr sp2_addr F_lock_user _found
- **Esempi non validi:** 20_secolo -pippo

Significato degli identificatori

- Un identificatore non è altro che il nome associato ad un oggetto
- Ogni identificatore possiede due attributi che lo caratterizzano:
  - **classe di memoria**
  - **tipo**
- La classe di memoria determina la durata della memoria associata all'oggetto
- Il tipo determina il significato dei valori assunti dall'oggetto

Classi di Memoria

- Esistono due classi di memoria: ***automatica*** e ***statica***
- La classe di memoria automatica è relativa a quegli oggetti locali ad un blocco (funzione o programma) che viene liberata non appena si raggiunge la fine di quel blocco.
- La classe di memoria statica è relativa a quegli oggetti locali ad un blocco od esterni a qualsiasi blocco che non viene liberata tra uscite ed entrate successive tra diversi blocchi.
- Se non esistono altre specificazioni ogni oggetto dichiarato in un blocco ha classe di memoria automatica, se la loro definizione è accompagnata dalla parola chiave "static", allora la loro classe di memoria è statica.
- Gli oggetti dichiarati all'esterno di qualsiasi blocco (variabili globali) hanno sempre classe di memoria statica.

Tipi di dati

- Tutte le variabili devono essere dichiarate con il loro tipo prima di essere utilizzate
- Ci sono 4 tipi base in C:
  - **char** /* carattere */
  - **int** /* intero */
  - **float** /* numero in virgola mobile */
  - **double** /* float a doppia precisione */
- I valori tipici per la rappresentazione interna di questi tipi di dati sono:
  - char 8 bit
  - int 16 bit
  - float 32 bit
  - double 64 bit

Variabili di programma

- Una variabile è una entità che può assumere un valore qualunque all'interno di un insieme di valori prestabilito.
- Seguono alcune dichiarazioni di variabili
  - **char** c, scelta; /* due variabili di tipo "char" */
  - **int** size, index, contatore; /* variabili intere */
  - **float** dare,avere; /* variabili in virgola mobile */
  - **double** ex, cx; /* float in doppia precisione */

Parole chiave

- Alcuni identificatori sono parole riservate (**keywords**) del linguaggio e pertanto non possono essere usate come nomi di variabili.
- Le **keywords** del linguaggio C standard sono 32:

`auto`	`double`	`int`	`struct`
`break`	`else`	`long`	`switch`
`case`	`enum`	`register`	`typedef`
`char`	`extern`	`return`	`union`
`const`	`float`	`short`	`unsigned`
`continue`	`for`	`signed`	`void`
`default`	`goto`	`sizeof`	`volatile`
`do`	`if`	`static`	`while`

Interi

- La dichiarazione di variabili intere deve essere posta all'inizio di un blocco di codice.
- **Esempio:** `int a,b,c;`
- Dopo che una variabile è stata dichiarata è possibile assgnarle un valore intero tramite l'operatore di assegnamento
- **Esempio:** `a = 100;`
- Avendo a disposizione un calcolatore che memorizza interi a 16 bit, i due valori estremi che possono essere assegnati ad un intero sono: -32768 e +32767

Caratteri

- Le variabili di tipo carattere vengono dicharate nel modo eseguente:

```
char anno, sesso;
```

- Per assegnare un valore carattere **A** ad una variabile **c** di tipo **char** usiamo la seguente sintassi

```
c='A'
```

- In effetti, nel linguaggio C i caratteri sono valori numerici ai quali per convenzione sono associate lettere dell'alfabeto, segni di interpunzione ed altri simboli alfanumerici.
- La codifica più comunemente usata è la codifica **ASCII** (American Standard Code for Information Interchange)
- Ad esempio la lettera 'A' viene codificata come 65 mentre la minuscola 'a' corrisponde a '97'

Dati in virgola mobile

- I dati floating point sono una approssimazione dei reali, espressi come frazioni decimali.
- Per esempio: 3.14159, 2.71828
- Solitamente vengono utilizzati 32 bit per la rappresentazione interna di questi dati, di cui almeno i primi 6 sono i più significativi.
- Il range di variazione dei floating point è: 1,..e-39 fino a 1...e+38

Costanti

- In C esistono diversi tipi di costanti, in cui possiamo distinguere 5 tipi fondamentali:
  - costanti **intere**
  - costanti esplicitamente **long**
  - costanti **carattere**
  - costanti in **virgola mobile**
  - **stringhe di caratteri** costanti

Costanti carattere speciali

- Esistono alcune costanti particolari:
  - New line (lf) '\n'
  - Carriage return (cr) '\r'
  - Backspace (bs) '\b'
  - Horizontal tab (tab) '\t'
  - Backslash (\) '\\'

Operatori

- Gli operatori del linguaggio possono essere classificati in tre categorie: aritmetici, relazionali e logici.
- Aritmetici:
  - "+" somma,
  - "-" sottrazione,
  - "*" moltiplicazione,
  - "/" divisione,
  - "%" modulo

Operatori(2)

- Relazionali
  - "<" minore di,
  - ">" maggiore di,
  - "<=" minore o uguale,
  - ">=" maggiore o uguale,
  - "==" uguale a,
  - "!=" diverso da
- Logici
  - "&&" AND logico "&" AND bit a bit
  - "||" OR logico "|" OR bit a bit
  - "!" NOT logico "~" NOT bit a bit

Operatori aritmetici e di assegnamento

- Si consideri l'espressione:
- anno = anno + 1;
- che significa: " prendere il valore corrente della variabile anno, sommargli 1 e memorizzare il risultato nuovamente in anno".
- Nell'espressione sono presenti due operatori
- "+" e "=" che implicano l'esecuzione dell'operazione in due passi.
- L'ordine di esecuzione è: somma e poi assegnamento.

Operatori di incremento e decremento

- Gli operatori di incremento e decremento sommano o sottraggono 1 all'operando cui sono applicati.
- L'espressione: **a++** incrementa **a** di 1
- L'espressione: **a--** decrementa **a** di 1
- La posizione degli operatori di incremento e decremento può essere *prefissa* o *suffissa*.
- **Esempio**:
- a=5
- b =++a; a=6 b=6
- a=5
- b =a++; a=6 b=5

Operatori di assegnamento composti

- Il C dispone di operatori di assegnamento che sono combinazioni opportune dell'operatore di assegnamento con operatori aritmetici
- Esempio:

```
a = a + 10;
a += 10;
```

- L'elenco degli operatori di assegnamento è quindi:
  - = +=
  - -= *=
  - /= %=

Printf e Scanf con formattazione

- Si consideri il seguente codice

```
#include <stdio.h>
main()
 {
 int a,b,c;
 printf("\nIl primo numero e'");
 scanf("%d",&a);
 printf("Il secondo numero e'");
 scanf("%d",&b);
 c=a+b;
 printf("Il totale e' %d \n",c);
 }
```

Printf e Scanf con formattazione (2)

Alcuni tipi di % che possono essere usati in ANSI C sono:

Usual variable type Display

%c char single character

%d (%i) int signed integer

%e float or double exponential format

%f float or double signed decimal

%s array of char sequence of characters

Strutture di controllo

- **SEQUENZIALI**
  - *Statement semplice*
  - Statement composto
- **CONDIZIONALI**
  - if (< expr.>) { } else { }
  - switch(<expr.>) { case < cost> : .. }
- **ITERATIVE**
  - while(<expr.>) { }
  - for (..) { }
  - do { } while(< expr.>)

Statement Semplici

- Uno statement semplice può essere :
  - assegnamento
  - espressione
  - chiamata a funzione
- Esempio:

```
main()
{
 int x;
 x = - 456; /* assegnamento */
 x = x + 1; /* espressione */
 printf (" X = %d \n ", x); /* funzione */
}
```


Istruzione "IF - ELSE"

- Lo statement "**if - else**" è usato per prendere delle decisioni all'interno di un programma
- **Sintassi**:

```
if ( espressione )
istruzione;
```

- **oppure**

```
if ( espressione )
{
 istruzione_1;
 istruzione_2;
}
else
 istruzione_3;
```

Esempio

- L'espressione < expr> viene valutata se risulta essere TRUE o NON ZERO viene eseguito il set di istruzioni corrispondente.
- Esempio:

```
if ( x > 0 )
{
 if ( k == m)
 y = m;
}
else
{
 y = 0;
 k = 100;
}
```


Operatore Ternario

- L'operatore ternario è una forma compressa di
- **if-else**.
- Sintassi:*< expr > ? < expr1> : < expr2>;*
- Se < expr> è vero viene valutato solo < expr1>
- altrimenti viene valutato <expr2>

Istruzione else-if

- Quando occorre effettuare una scelta plurima è possibile, ma non consigliabile, utilizzare l'istruzione else-if.
- Sintassi:

```
if (espressione)
<istruzione/i>
else if (espressione)
<istruzione/i>
else if (espressione)
<istruzione/i>
else
<istruzione/i>
```


Istruzione switch

- L'istruzione switch consente di trasferire l'elaborazione a uno o più statement composti in funzione della valutazione di una espressione.
- Sintassi:

```
switch ( <expr>) {
case <cost_1>:
statement;
case <cost_2>:
statement;
case <cost_3>:
statement;
default
statement; }
```

Istruzione switch

- Questa istruzione viene usata quando occorre effettuare delle scelte plurime.
- Occorre fare attenzione in quanto l'esecuzione delle istruzioni comincia e prosegue in maniera SEQUENZIALE a partire dalla condizione trovata di *espressione= cost_x* e fino al termine dell'istruzione switch.
- Ciò garantisce una certa flessibilità, ed in particolare la possibilità di associare più possibilità ad un unica etichetta.
- Per evitare l'esecuzione delle istruzioni successive a quelle corrispondenti alla condizione soddisfatta si usa il comando break

Esempio

```
#include <stdio.h>
main()
{
      int i;
      printf("Enter a number between 1 and 3");
      scanf("%d",&i);
      switch (i)
      {
           case 1:
           printf("one"); break;
           case 2:
           printf("two"); break;
           case 3:
           printf("three"); break;
           default:
           printf("unrecognized number");
      } /* end of switch */
}
```

Istruzione "while"

- L'istruzione **while** permette di eseguire una serie di istruzioni fintanto che una condizione iniziale rimane **TRUE**.
- Sintassi:

```
while ( <expr> ) {
statement;
}
```

- Esempio

```
a = 1;
while ( a <= 100)
{
total += a*a;
a += 1;
}
```


Istruzione "for"

- L'istruzione for è molto simile al while precedente.
- Sintassi:

```
for ( <inizializza var>; <expr>; <aggiorna var>) {
statement;
}
```

- Equivalente alla struttura seguente che utilizza while:

```
< inizializza variabili>;
while ( <expr>) {
< statement >;
< aggiorna variabili >; }
```

Esempio

```
main()
{
int sum , i;
sum = 0;
for ( i = 1 ; i <= 10; i++) {
sum += i;
}
```


Istruzione "do-while"

- L'istruzione do while è simile alla while; l'espressione viene valutata alla fine e non all'inizio del ciclo.
- Questo comporta che un ciclo do-while venga eseguito almeno una volta.
- Sintassi:

```
do {
statement;
} while ( <expr>);
```

N.B: questo tipo di istruzione è comodo quando si desidera eseguire una serie di istruzioni almeno una volta.