

Lezione 2

Introduzione al linguaggio C/C++
Tipi di dato e numeri interi
Variabili e costanti con nome
Struttura di un programma

Promemoria per chi segue

- Non dimenticate le raccomandazioni
 - Se non state lavorando al PC, siete al momento tra i **candidati alla bocciatura**
 - Le slide sono uno strumento molto inefficace se non assimilate i concetti mediante gli esercizi
 - Fate di tutto per tenere alto il vostro livello di concentrazione
 - Non esitate a fare domande!

Storia essenziale del C

- Definito nel 1972 (AT&T Bell Labs) per sostituire l'*assembler* nella programmazione di sistemi operativi: in pratica, nato per creare UNIX
- Prima definizione precisa: Kernigham & Ritchie (1978)
- Prima definizione ufficiale: **ANSI C** (1983)

Ma già nel 1980 ...

... erano in uso varie versioni di un linguaggio denominato “C con le classi”

- Erano le prime versioni di quello che sarebbe stato il C++
- Inventato, definito, ed implementato per la prima volta, da Bjarne Stroustrup
<http://www.stroustrup.com>
- Primo standard nel 1998: ISO/IEC 14882
 - Ora siamo allo standard C++14
- Di successo:
<http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>
<http://www.stroustrup.com/applications.html>

Cosa vedremo del C++

- Solo per chi sa di cosa parlo: del linguaggio C++ vedremo solo il sottoinsieme procedurale
- NON vedremo la programmazione ad oggetti
- Sarà argomento dell'insegnamento di **Programmazione ad Oggetti**

Iniziamo ...

- Affronteremo lo studio del linguaggio incominciando dai seguenti concetti:
 - Introduzione essenziale del tipo **int**
 - Memoria di un calcolatore, processore, linguaggio macchina e linguaggi di alto livello
 - Memoria di un programma C/C++ ed oggetti
 - Espressioni letterali
 - Variabili e costanti con nome
 - Compendio tipi di dato primitivi
 - Struttura (semplificata) di un programma

Tipo **int**

- In un programma C/C++ si possono scrivere dei numeri interi, ad esempio
6 12 700
- Si possono inoltre definire delle **variabili** di tipo **int**
 - Sono dei *contenitori* in cui *memorizzare* numeri interi
 - Possono contenere un sottoinsieme limitato dei numeri interi, come vedremo meglio
 - Il contenuto di una variabile di tipo **int** può cambiare durante l'esecuzione del programma

Definizione

- Per poter utilizzare una variabile di tipo **int** in un programma, bisogna prima definirla
- Nella definizione si stabilisce fundamentalmente:
 - *l'identificatore*
 - ossia il nome che useremo per riferirci alla variabile
 - opzionalmente, il valore iniziale della variabile (inizializzazione)

- Ecco due esempi di definizione di variabili di tipo **int**

```
int a;    // definizione di una
          // variabile di nome a e di
          // tipo int
```

```
int k=5; // definizione di una
          // variabile di nome k e di
          // tipo int, inizializzata col
          // valore 5
```

- Svolgere la seconda esercitazione fino ai primi due esercizi di stampa di una variabile intera

Variabili

Variabile

- Una variabile è un contenitore all'interno del quale si può memorizzare un valore
- Tale valore può variare nel tempo

Definizione di una variabile

- In C/C++ è necessario elencare ogni variabile che sarà utilizzata nel programma, prima di utilizzarla
- In particolare si dice che bisogna **definire** ciascuna variabile. All'atto della definizione bisogna attribuire alla variabile
 - un **tipo**
 - un nome (**identificatore**) col quale ci si riferirà poi a tale variabile
 - eventualmente un valore iniziale (**inizializzazione**)

- Prima di vedere formalmente la sintassi, ricordiamo i due esempi di definizione di variabili di tipo **int**

```
int a;    // definizione di una
          // variabile di nome a e di
          // tipo int

int k=5;  // definizione di una
          // variabile di nome k e di
          // tipo int, inizializzata col
          // valore 5
```

Valore iniziale

- Che valore assume una variabile se non viene inizializzata?
- Per il momento diciamo che assume un valore **casuale**
- Poi vedremo meglio i singoli casi

Nota sulla sintassi

- Nella descrizione della sintassi del linguaggio C/C++ utilizzeremo la notazione con parentesi quadre [...] per denotare elementi **opzionali**, ossia parti che possono o meno comparire
- Tutto ciò che non sarà contenuto tra tali parentesi [...] quadre sarà **obbligatorio**

Sintassi definizione variabile

- Sintassi della definizione di una variabile:
nome_tipo nome_variabile [= valore_iniziale] ;
- E' possibile raggruppare le definizioni di più variabili dello stesso tipo in una lista separata da ,
 - Forma generale definizione variabili:
*nome_tipo nome_variabile1 [=valore_iniziale],
nome_variabile2 [= valore_iniziale],
... ;*

Completamento esempi

```
int a, c; // definizione di due
          // variabili di nome a e c, di
          // tipo int

int k=5, d; // definizione di due
            // variabili di nome k e d,
            // di tipo int, di cui la
            // prima è inizializzata
            // col valore 5
```

- Vedremo successivamente esempi di definizioni di variabili di tipo diverso da **int**

Visibilità di una variabile

- Una variabile è **visibile**, ossia può essere utilizzata, solo a partire dal punto in cui viene definita nel testo del programma

Istruzione semplice

- Una definizione è di fatto una istruzione del C/C++
- In particolare si tratta di una cosiddetta istruzione semplice

Assegnamento

- Si può assegnare un nuovo valore ad una variabile mediante una **istruzione di assegnamento**

nome_variabile = espressione ;

- Esempi:

```
int v = 3 ; // definizione variabile v
cout<<v<<endl ;
v = 4 ;      // assegna il valore 4
              // alla variabile v
```

- Svolgere i successivi esercizi della seconda esercitazione, fino alla slide in cui ci si chiede cosa succede se una lettura da *stdin* fallisce

Ultimo standard C++

- Gli standard, ossia le definizioni ufficiali dei linguaggi di programmazione, in generale evolvono col tempo
- Il passaggio da uno standard all'altro introduce spesso cambiamenti che fanno sì che uno stesso programma si comporti in modo diverso o addirittura non si compili più
- L'ultimo standard disponibile per il linguaggio C++ è denominato C++ 2014
 - Spesso abbreviato con C++14
 - Le versioni più recenti dei compilatori tipicamente supportano anche lo standard C++14
 - E' però possibile che ancora utilizzino, come configurazione predefinita, lo standard precedente al C++14

Comportamento gcc 1/2

- Questo vale anche per il *gcc*
- Supposto che stiate utilizzando una versione del *gcc* che supporta anche il nuovo standard, avete due possibilità
 - 1) Il compilatore già usa almeno lo standard C++11 di default
 - 2) Il compilatore non usa almeno lo standard C++11 di default
- Nel *gcc* lo standard C++11 è ormai denotato come `c++11`
- L'ultimo standard è invece il C++14, che è ora denotato come `c++14`

Comportamento gcc 2/2

- Potete verificare:
 - se lo standard C++11 o addirittura C++14 è supportato dalla versione del compilatore che state utilizzando, e
 - se è selezionato di defaultcontrollando, per esempio, la descrizione dell'opzione `-std` nella pagina di manuale di g++
- Se il compilatore supporta, ad esempio, lo standard C++14 ma non lo utilizza di default, dovete aggiungere alla riga di comando l'opzione `-std=c++14`
 - Non è l'unica opzione possibile, consultate documentazione online per ulteriori dettagli

OS X, clang ed LLVM

- Con OS X, anche quando si invoca apparentemente il compilatore gcc, si invoca di fatto il front-end *clang* per il compilatore *LLVM*
- Controllare gli standard supportati dal proprio compilatore *LLVM* è un po' più complicato
- In ogni caso, le versioni più recenti utilizzano il C++14 di default

Informazioni generali

- Potete controllare lo stato attuale degli standard C++ all'URL
 - <http://www.open-std.org/jtc1/sc22/wg21/>
- L'ultimo draft dello standard C++14 si può scaricare gratuitamente:
<http://www.open-std.org/jtc1/sc22/wg21/docs/papers/2014/n4296.pdf>
- Lo standard è il documento su cui è scritto **TUTTO** quello che riguarda il linguaggio
 - E' la risorsa autoritativa da utilizzare per chiarire ogni dubbio o conoscere ogni dettaglio
- Potete controllare lo stato di avanzamento del gcc in merito allo standard C++14 alla pagina
<https://gcc.gnu.org/projects/cxx-status.html#cxx14>

- Riprendere la seconda esercitazione, fino all'esercizio sulla moltiplicazione escluso

Un pò di nozioni

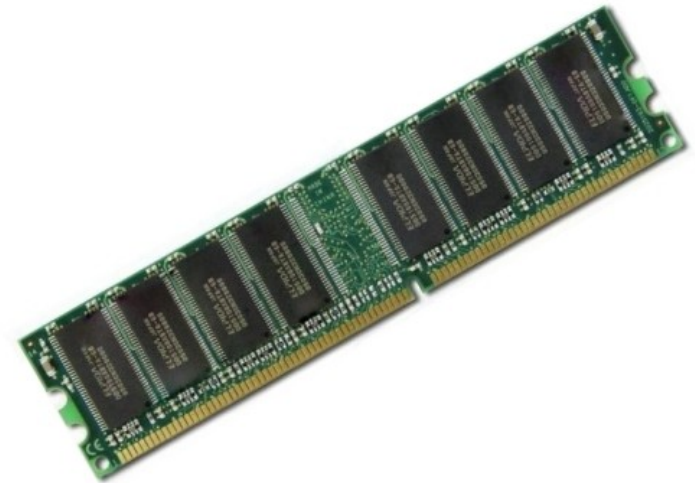
- Ora che abbiamo acquisito un po' più di familiarità col linguaggio, cominciamo ad accrescere le nostre conoscenze
 - Stiamo per affrontare una sequenza relativamente lunga di nuovi concetti prima del prossimo esercizio
- Il concetto fondamentale su cui costruiremo le nozioni riportate in questa presentazione è quello di **memoria**

Memoria principale

- Partiamo da qualche dettaglio sul funzionamento interno di un elaboratore
- In particolare, vedremo:
 - *memoria principale*
 - *processore*
 - *linguaggio macchina*
 - *linguaggi ad alto livello*

Memoria principale e celle

- Definiamo **memoria** (principale) di un elaboratore il contenitore in cui sono memorizzati tutti i dati su cui lavora il processore
- Possiamo schematizzare la memoria come una sequenza contigua di **celle** (chiamate anche **locazioni di memoria**)
- Ciascuna cella fornisce l'**unità minima di memorizzazione**, ossia l'elemento più piccolo in cui si può memorizzare un'informazione



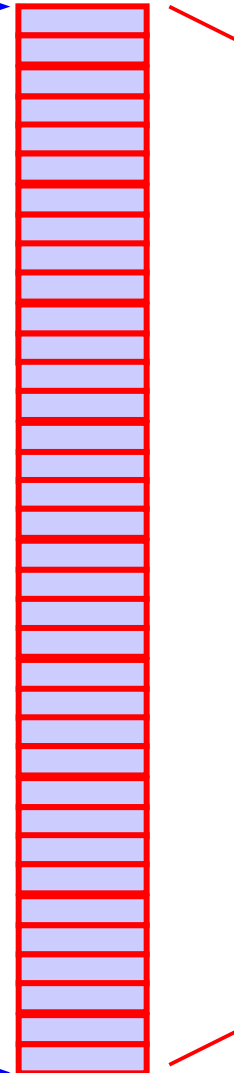
Contenuto cella

- Ogni cella contiene un *byte*, ossia una sequenza di *bit* (cifre binarie)
 - Tipicamente un byte è costituito da 8 bit
Esempio: 01100101
- Tutte le celle hanno quindi la stessa dimensione in termini di numero di bit
- In generale l'esatto numero di bit in un byte potrebbe variare da una macchina all'altra

Schema memoria

Prima cella →

Ultima cella →



**Memoria
calcolatore**

- Ciascuna cella è **univocamente** individuata mediante un numero naturale, chiamato **indirizzo** della cella

Celle di memoria e numeri

- I bit contenuti in una cella possono essere utilizzati per memorizzare un numero
 - Il numero è rappresentato mediante notazione binaria
- Senza entrare nei dettagli della notazione binaria, facciamo solo un esempio di come si ottiene questo risultato, per esempio con i numeri *naturali* (ossia gli interi non negativi)

Rappresentazione numeri

- Facciamo corrispondere un numero ad ogni **combinazione (configurazione)** di bit
- Esempio in caso di cella da 8 bit:

00000000	0
00000001	1
00000010	2
00000011	3
...	
11111111	255

Numeri negativi

- Con una tecnica simile si possono rappresentare anche numeri negativi, facendo corrispondere un certo sottoinsieme delle possibili configurazioni di bit ai numeri positivi, e l'altro sottoinsieme ai numeri negativi
- Idea più semplice
 - Utilizzare un bit per il segno

Domanda

- E' possibile memorizzare il contenuto di una variabile di tipo **int** all'interno di una cella di memoria?

- Se il valore è, per esempio, più grande di 255 allora certamente no!

Uso di celle consecutive 1/2

- Infine, per rappresentare numeri più grandi di quelli rappresentabili con una sola cella, si **accorpano** più celle consecutive
 - Si usano per esempio tutte le configurazioni possibili di bit di una sequenza di due o quattro celle contigue
 - Vediamo un esempio

Rappresentazione numeri 2/2

- Esempio in caso di due celle da 8 bit ciascuna:

00000000		00000001		00000010	
00000000	0	00000000	256	00000000	512
00000000		00000001		00000010	
00000001	1	00000001	257	00000001	513
00000000		00000001		00000010	
00000010	2	00000010	258	00000010	514
00000000		00000001			
00000011	3	00000011	259		
...		...		·	
				·	
00000000		00000001		·	
11111111	255	11111111	511		

Rappresentazione int

- Una variabile di tipo int è tipicamente rappresentata su 4 celle consecutive
- Vedremo i dettagli in seguito

Processore

- Gli altri elementi da considerare per capire i concetti alla base del linguaggio C/C++ sono il processore ed il suo linguaggio



- Tutte le operazioni di elaborazione delle informazioni effettuate da un calcolatore sono
 - svolte direttamente dal processore, oppure
 - svolte da altri componenti dietro comando del processore

Operazioni

- Un processore è in grado di compiere solo operazioni molto semplici:
 - lettura/scrittura/copia di una o più celle di memoria
 - somma/sottrazione/moltiplicazione/divisione del contenuto di una o più celle di memoria
 - lettura/scrittura in zone di memoria 'speciali' per pilotare dispositivi di ingresso/uscita (ad esempio schede video)
 - altre semplici operazioni sulle celle di memoria
- Tali operazioni lavorano su un certo numero (massimo) di celle contigue alla volta. Tale sequenza di celle è detta **parola di macchina (machine word)**
 - Si dice che un processore ha una architettura a 16, 32 oppure 64 bit se può lavorare su parole da 2, 4 oppure 8 byte

Linguaggio macchina

- Ogni processore è caratterizzato da un proprio insieme di **istruzioni**, tramite le quali è possibile fargli svolgere le precedenti operazioni
- L'insieme delle istruzioni di un processore viene chiamato **linguaggio macchina** di quel processore
- Ogni istruzione è identificata da una certa configurazione di bit
- Segue un esempio di programma in linguaggio macchina

Esempio programma

0011001000110110

0101010100100011

0011011001010101

1110001111100011

...

1001101011100011

Linguaggio macchina

- Per far eseguire un programma ad un processore, basta
 - memorizzare da qualche parte nella memoria la sequenza di configurazioni di bit relativa alle istruzioni da eseguire
 - dire al processore a che indirizzo si trova la prima di tali istruzioni
- Il processore eseguirà, una dopo l'altra, le istruzioni che trova a partire da tale indirizzo

Ordine di esecuzione 1/3

- Ordine di esecuzione *predefinito* delle istruzioni: l'una dopo l'altra

0011001000110110

0101010100100011

0011011001010101

1110001111100011

...

1001101011100011



Ordine di esecuzione 2/3

L'ordine con cui sono eseguite le istruzioni cambia solo se vengono incontrate speciali istruzioni di salto verso un diverso indirizzo

```
0011001000110110
0101010100100011
0011011001010101
1110001111100011
...
1001101011100011
```



Cambio di ordine dovuto
ad una istruzione di salto
in avanti

Ordine di esecuzione 3/3

Un salto può anche avvenire all'*indietro*, ossia verso un indirizzo inferiore rispetto a quello in cui si trova l'istruzione di salto stessa

0011001000110110

0101010100100011

0011011001010101

1110001111100011

...

1001101011100011



Uno schema di esecuzione tipico che si realizza con i salti all'indietro sono i **cicli** di istruzioni che si ripetono più volte

Difficoltà linguaggio macchina

- In definitiva, data la semplicità delle istruzioni e dei dati su cui lavora un processore si ha che:
 - scrivere (interamente) in linguaggio macchina un programma che faccia cose complesse,
 - quale ad esempio un sistema operativo o anche più semplicemente un programma che deve disegnare/aggiornare un'interfaccia grafica ed usarla per interagire con gli utenti,

diviene un lavoro estremamente impegnativo e costoso

Linguaggi di alto livello 1/3

- Questo è fondamentalmente il motivo per cui sono stati inventati moltissimi altri linguaggi cosiddetti ad alto livello, che sono molto più 'vicini' al linguaggio umano rispetto al linguaggio macchina
- Tali linguaggi si basano sul concetto di ***astrazione*** dalla macchina sottostante: astraggono dai dettagli, cosiddetti di *basso livello*, quali ad esempio celle di memoria ed indirizzi, e permettono al programmatore di ragionare e di scrivere il proprio programma in termini di dati ed operazioni più complessi.

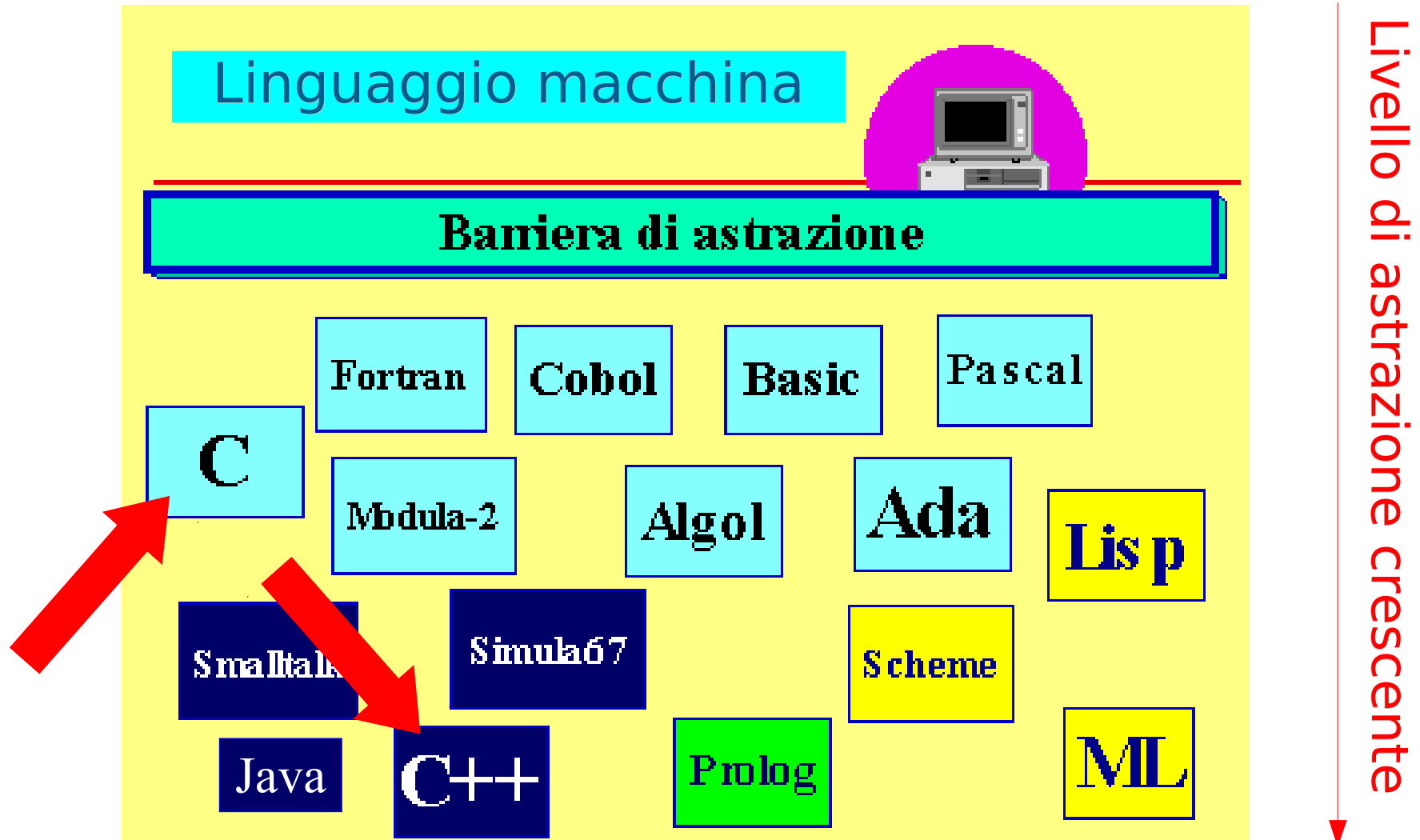
Linguaggi di alto livello 2/3

- Ad esempio, quando abbiamo utilizzato variabili di tipo **int**
 - Ci siamo preoccupati di come memorizzare i valori in una sequenza di celle?
 - Ci siamo preoccupati di dove memorizzare esattamente in memoria tale sequenza di celle?
- No, abbiamo utilizzato il tipo **int** nel suo significato astratto di contenitore di numeri interi

Linguaggi di alto livello 3/3

- Riassumendo, col tipo **int** (e lo stesso accadrà con gli altri tipi di dato)
 - **si astrae dalle singole celle di memoria**: non si vedono più le singole celle di memoria in cui sono memorizzati i numeri
 - si può quindi ragionare e scrivere il programma direttamente in termini di numeri interi
 - si lavora cioè ad alto livello, senza preoccuparsi di come e dove saranno realmente memorizzati e manipolati tali numeri a basso livello
- In generale, dato un problema da risolvere, disporre di dati ed operazioni più astratti e complessi permette di descrivere in modo molto più semplice e chiaro gli elementi del problema ed i passi che si debbono effettuare

Linguaggio ad alto livello 1/2



Linguaggio ad alto livello 2/2

- Il C/C++ è quindi un linguaggio di alto livello
- Il fatto di non coincidere con il linguaggio macchina di nessun processore ha però un prezzo
 - Per poter essere eseguito da un calcolatore, un programma scritto in C/C++ va prima tradotto nel linguaggio macchina del processore del calcolatore su cui lo vogliamo eseguire
 - Questa operazione viene comunemente chiamata **compilazione**, ed i programmi che la eseguono vengono chiamati **compilatori**

Memoria di un programma C/C++ ed oggetti

Memoria di un programma

- Definiamo **memoria** di un programma in esecuzione, o *processo*, il contenitore (logico) in cui sono memorizzati tutti i dati del programma (ed altre informazioni che vedremo in seguito) durante la sua esecuzione
- Nei programmi C/C++ la memoria di un programma ha la stessa identica struttura della memoria del calcolatore vista precedentemente: è una sequenza contigua di **celle (locazioni di memoria)** che costituiscono l'unità minima di memorizzazione
- Le celle, tutte della stessa dimensione, contengono un *byte* ciascuna

Dimensione byte

- L'esatta dimensione che deve avere un *byte* non è specificata nello standard del linguaggio C/C++, e, come abbiamo visto, teoricamente può variare da una macchina all'altra
 - Lo standard specifica solo che un byte **deve** essere grande abbastanza da contenere un oggetto di tipo **char**
 - Vedremo in seguito cosa è un oggetto di tipo **char**, per ora ci basta sapere che è utilizzato principalmente per memorizzare caratteri

Dalle celle ai dati

- In C/C++ si possono memorizzare delle informazioni più complesse dei semplici numeri interi rappresentabili con una singola cella di memoria
- Si possono memorizzare i dati all'interno di contenitori che chiameremo genericamente **oggetti**

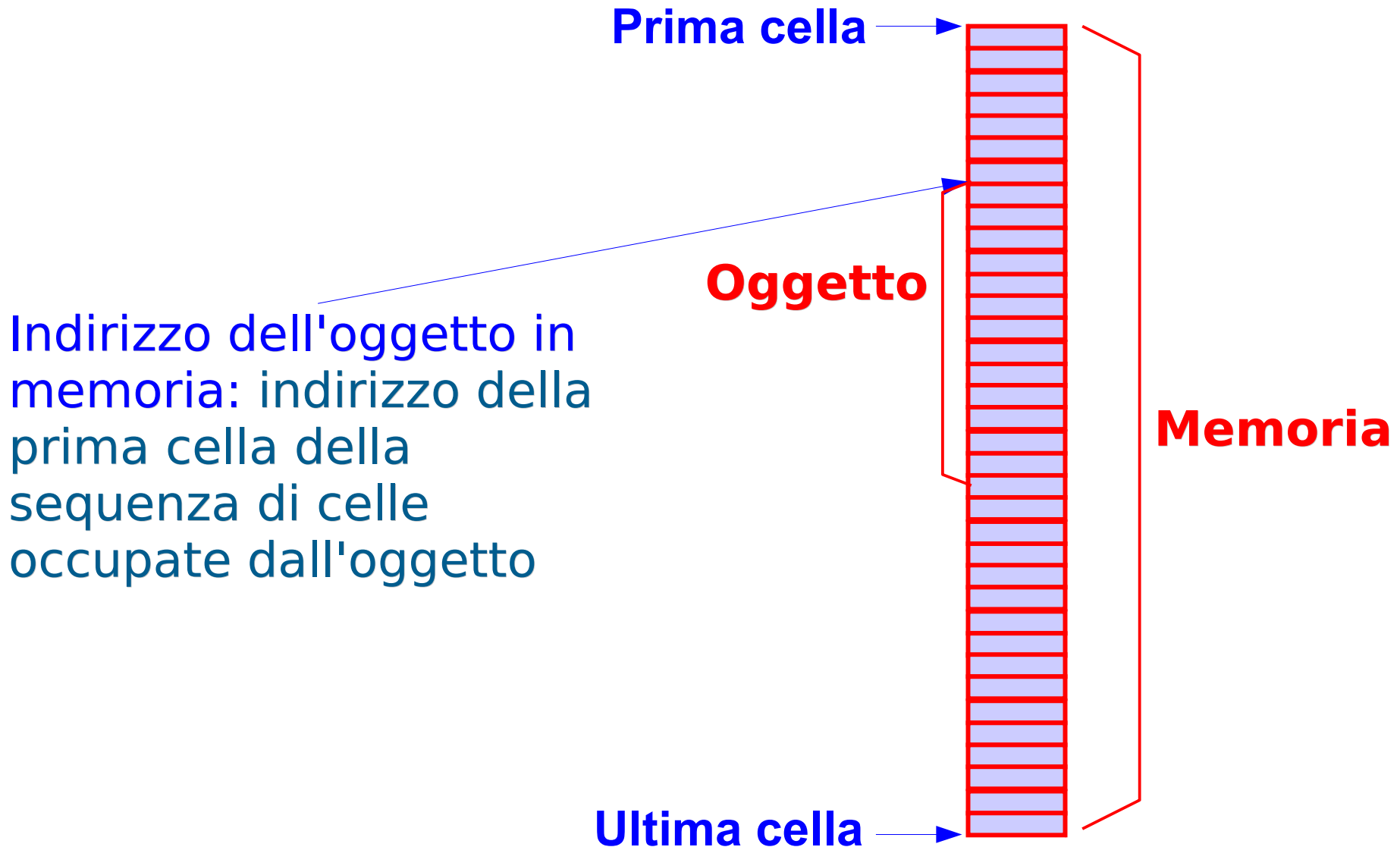
Oggetto, valore, memoria

- Un **oggetto** è un'astrazione di cella di memoria
 - E' caratterizzato da un **valore**
 - E' memorizzato in una **sequenza di celle contigue**
 - Consideriamo per esempio, come oggetto, un numero naturale maggiore di 255
 - Come abbiamo visto, così come si può rappresentare ogni numero naturale da 0 a 255 con una determinata configurazione di 8 bit, si può rappresentare un valore naturale maggiore di 255 su N celle consecutive, con una determinata configurazione dei risultanti $8*N$ bit

Digressione su oggetti

- Per chi avesse già avuto a che fare con i cosiddetti *linguaggi ad oggetti*
 - Gli oggetti di cui parliamo in questo corso sono un concetto più generale di quello di oggetto definito in tali linguaggi
 - Useremo cioè il termine oggetto col significato generale di contenitore di informazioni (valori)

Oggetto in memoria, indirizzo



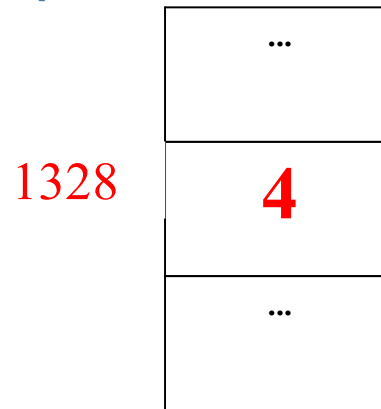
Domanda

- Abbiamo già utilizzato qualche tipo di oggetto?

- Sì, gli oggetti di tipo **int**

Indirizzo, valore e tipo 1/2

- Un oggetto è caratterizzato da
 - un *indirizzo*
 - Ad esempio 1328, il che vuol dire che l'oggetto si trova in memoria a partire dalla cella di indirizzo 1328



- un *valore*
 - In questo semplice esempio l'oggetto è di tipo numerico, occupa una sola cella e la configurazione di bit della cella rappresenta il valore 4

Indirizzo, valore e tipo 2/2

- un **tipo (di dato)**
 - Specifica i valori possibili per l'oggetto e le operazioni che si possono effettuare sull'oggetto

Tipi di dato primitivi

- **Tipo di un dato (oggetto)**

Insieme di valori che l'oggetto può assumere ed insieme di operazioni che si possono effettuare su quell'oggetto

- Quali tipi di dato esistono in C/C++?
 - Partiamo dai tipi di dato primitivi

Tipi di dato primitivi

Quattro tipi di dato primitivi

Nome tipo

Categoria di dati che rappresenta

int

sottoinsieme dei numeri interi

float

sottoinsieme dei numeri reali

double

sottoinsieme dei numeri reali
con maggiore precisione rispetto
al tipo **float**

char

caratteri

bool

booleani (vero/falso, solo C++)

Per ora vedremo più in dettaglio il solo tipo **int**

Tipo **int**

- Il tipo **int** è diverso dal tipo INTERO inteso in senso matematico, dove l'insieme infinito degli interi Z è dato da $\{\dots, -2, -1, 0, +1, +2, \dots\}$
- Ovvero il tipo **int** ha un insieme di valori limitato:
 - *L'insieme esatto dei valori possibili dipende dalla macchina e dal sistema installato sulla stessa*
 - Normalmente il compilatore è configurato in maniera tale che gli oggetti di tipo **int** siano memorizzati in al più una **PAROLA DI MACCHINA**, che tipicamente è lunga 2, 4 o 8 byte, ossia 16, 32 o 64 bit
 - Se la macchina ha parole a 16 bit:
[-2¹⁵, 2¹⁵-1] ovvero [-32768, +32767]
 - Se la macchina ha parole a 32 bit:
[-2³¹, 2³¹-1] ovvero [-2147483648, +2147483647]
 - ...

Operazioni aritmetiche **int**

- Al tipo **int** sono applicabili i seguenti operatori:

+

Addizione

-

Sottrazione

*

Moltiplicazione

/

Divisione intera (diverso dalla divisione reale!)
Es., $10/3 = 3$

%

Modulo (resto della divisione intera)
Dati tre numeri naturali *divid*, *divis* e *ris*, dove $ris = divid / divis$ (divisione intera), il resto è il numero naturale *res* tale che
 $divid = ris * divis + res$

Es., $10\%3 = 1$
 $5\%3 = 2$

Esempio

```
int v ; // definizione variabile v
v = 4 ; // assegna il valore 4
        // alla variabile v
v = 2 * 3 ; // assegna il valore 6
            // alla variabile v
```

In seguito, vedremo in dettaglio tutti i tipi di *espressioni* che si possono scrivere

- Svolgere i successivi esercizi della seconda esercitazione, fino all'esercizio di scambio dei valori di due variabili escluso

Espressioni letterali

Espressioni letterali

- Le espressioni letterali denotano **valori costanti**
- Sono spesso chiamate semplicemente *letterali* o *costanti senza nome*
- Le possibili espressioni letterali utilizzabili in C/C++ sono
 - numeri interi
 - numeri reali
 - costanti carattere
 - costanti stringa
- Vedremo le ultime tre categorie più avanti

Numeri interi

In quanto invece ai numeri interi, ecco alcuni ovvi esempi dei letterali utilizzabili in un programma C/C++:

6

12

700

Costanti con nome

Costanti con nome

- Una definizione di una *costante con nome* associa permanentemente un oggetto di valore costante ad un identificatore
- La definizione è identica a quella di una variabile, a parte
 - Aggiunta della parola chiave **const** all'inizio
 - Obbligo di inizializzazione

- Esempi:

```
const int N = 100;  
const int L ;    // errato: manca  
                 // inizializzazione
```

- Per ora consideriamo solo costanti con nome di tipo **int**

Costanti e variabili

- Una costante è un'astrazione **simbolica** di un valore: si dà cioè un nome ad un valore
- E' una associazione identificatore-valore che **non cambia mai** durante l'esecuzione
- **Non si può** quindi **assegnare un nuovo valore ad una costante** mediante una istruzione di assegnamento
- Invece, nel caso di una **variabile**
 - L'associazione identificatore-indirizzo non cambia mai durante l'esecuzione, ma può cambiare l'*associazione identificatore-valore*
 - Uno stesso identificatore può denotare valori differenti in momenti diversi dell'esecuzione del programma

Esercizio 1/2

- Scrivere un programma in cui si definisce una costante intera e se ne stampa il valore sullo schermo col seguente formato:

Il valore della costante è 10.

- E si va a capo

Esercizio 2/2

```
#include <iostream>  
using namespace std;  
  
main()  
  
{  
  
    const int i = 10 ;  
  
    cout<<"Il valore è "<<i<<". "<<endl ;  
  
}
```

Domanda

- Ricordando che chiamiamo brevemente oggetto un qualsiasi oggetto, presente in memoria ed in grado di contenere un valore
- Quali tipi di oggetti abbiamo visto finora?

- Variabili
- Costanti

Struttura (semplificata) di un programma

Struttura programmi

- In questo insegnamento vedremo solo programmi sviluppati su di un unico file sorgente
 - Vedrete lo sviluppo di un programma su più file nel corso di **Programmazione II**
- Nelle prossime slide iniziamo a vedere la struttura semplificata di un programma
- Come primo passo, per motivare la presenza delle cosiddette *direttive* in un programma, partiamo dal menzionare il *pre-processore*

Pre-processore

- Prima della compilazione vera e propria, il file sorgente viene manipolato dal cosiddetto **pre-processore**, il cui compito è effettuare delle modifiche o delle aggiunte al testo originario
- La nuova versione del programma viene memorizzata in un **file temporaneo**, ed è questo il vero file che viene passato al compilatore
 - Il file temporaneo è poi automaticamente distrutto alla fine della compilazione
- Vedremo in seguito cosa fa il pre-processore in dettaglio, quello che ci basta sapere per ora è che il pre-processore viene pilotato dal programmatore mediante le cosiddette **direttive** inserite nel file sorgente

Dichiarazioni e definizioni

- Nelle prossime slide metteremo in evidenza un tipo di istruzioni chiamate **dichiarazioni**
 - Una dichiarazione è una istruzione in cui si introduce un nuovo identificatore
- Le **definizioni** sono casi particolari di dichiarazioni
 - Sono dichiarazioni la cui esecuzione provoca l'allocazione di spazio in memoria
 - In particolare, la definizione di una variabile o di una costante con nome provoca l'allocazione di spazio in memoria per la variabile o costante che viene definita

Struttura programma C

`#include <stdio.h>` ← Direttive per il pre-processore

`main()`

{

<dichiarazione>

<dichiarazione>

...

<dichiarazione>

<istruzione diversa da dichiarazione>

<istruzione diversa da dichiarazione>

...

<istruzione diversa da dichiarazione>

}

Obbligatorio nei vecchi standard: prima tutte le dichiarazioni, poi qualsiasi altro tipo di istruzione

Struttura programma C++

```
#include <iostream> ← Direttive per il pre-processore
```

```
using namespace std ;
```

```
main()
```

```
{  
    <istruzione qualsiasi>  
    <istruzione qualsiasi>  
    ...  
    <istruzione qualsiasi>  
}
```

Diversamente dal C, in qualsiasi standard del C++ si possono mescolare tutti i tipi di istruzioni

Funzione *main*

- *main()* è una funzione speciale con tre caratteristiche:
 - deve essere sempre presente
 - la prima istruzione della funzione *main()* è la prima istruzione del programma che sarà eseguita, indipendentemente da dove si trova la funzione *main()* all'interno del file sorgente
 - quando termina l'esecuzione del *main()*, ossia dopo dopo l'esecuzione dell'ultima istruzione contenuta nella funzione *main()*, termina l'intero programma
- Come si è visto, nei vecchi standard C la funzione *main()* contiene due sezioni
 - Parte dichiarativa
 - Parte esecutiva vera e propria

Ordine di esecuzione

- In che ordine vengono eseguite le istruzioni?
- Si definisce **sequenza** o **concatenazione** una sequenza di istruzioni scritte l'una di seguito all'altra all'interno di un programma
- Le istruzioni/dichiarazioni di una sequenza sono **eseguite l'una dopo l'altra**

ESEMPIO

```
int N ;           // prima si esegue la definizione
N = 3 ;          // poi l'assegnamento
cout<<N<<endl;   // infine la stampa
```

- Svolgere tutti i rimanenti esercizi della seconda esercitazione
- Prestare molta attenzione alla descrizione del processo risolutivo riportata in tale esercitazione