

## TIPI DI DATO

---

- Ogni elaboratore è *intrinsecamente capace* di trattare domini di dati di ***tipi primitivi***
  - *numeri naturali, interi, reali*
  - *caratteri e stringhe di caratteri*e quasi sempre anche collezioni di oggetti, mediante la definizione di ***tipi strutturati***
  - *array, strutture*
- Altri tipi possono essere ***definiti dall'utente***

1

## TIPI DEFINITI DALL'UTENTE

---

- In C, l'utente può introdurre *nuovi tipi* tramite una ***definizione di tipo***
- La definizione associa a un identificatore (*nome del tipo*) un tipo di dato
  - aumenta la leggibilità del programma
  - consente di ragionare per astrazioni
- Il C consente, in particolare, di:
  - **ridefinire** tipi già esistenti
  - definire dei nuovi **tipi enumerativi**
  - definire dei nuovi **tipi strutturati**

2

## TIPI RIDEFINITI

---

Un nuovo identificatore di tipo viene dichiarato identico a un tipo già esistente

Schema generale:

```
typedef TipoEsistente NuovoTipo;
```

Esempio

```
typedef      int MioIntero;  
MioIntero    X,Y,Z;  
int          W;
```

3

## TIPI ENUMERATIVI

---

Un *tipo enumerativo* viene specificato tramite l'elenco dei valori che i dati di quel tipo possono assumere

Schema generale:

```
typedef enum {  
    a1, a2, a3, ... , aN } EnumType;
```

Il compilatore associa a ciascun “identificativo di valore”  $a_1, \dots, a_N$  un *numero naturale* (0,1,...), che viene usato nella valutazione di espressioni che coinvolgono il nuovo tipo

4

## TIPI ENUMERATIVI

---

Gli “identificativi di valore”  $a_1, \dots, a_N$  sono a tutti gli effetti *delle nuove costanti*

Esempi:

```
typedef enum {
    lu, ma, me, gi, ve, sa, dom} Giorni;
typedef enum {
    cuori, picche, quadri, fiori} Carte;
Carte    C1, C2, C3, C4, C5;
Giorni   Giorno;
if (Giorno == dom) /* giorno festivo */
else /* giorno feriale */
```

5

## TIPI ENUMERATIVI

---

Un “identificativo di valore” può comparire *una sola volta* nella definizione di *un solo tipo*, altrimenti si ha ambiguità

Esempio:

```
typedef enum {
    lu, ma, me, gi, ve, sa, dom} Giorni;
typedef enum { lu, ma, me} PrimiGiorni;
```

La definizione del secondo tipo enumerativo è **scorretta**, perché gli identificatori *lu, ma, me* sono già stati usati altrove

6

## TIPI ENUMERATIVI

---

Un tipo enumerativo è *totalmente ordinato*:  
vale l'ordine con cui gli identificativi di valore  
sono stati elencati nella definizione

Esempio:

```
typedef enum {  
    lu, ma, me, gi, ve, sa, dom} Giorni;
```

Data questa definizione,

lu < ma      è vera

lu >= sa     è falsa

in quanto lu  $\leftrightarrow$  0, ma  $\leftrightarrow$  1, me  $\leftrightarrow$  2, etc.

7

## TIPI ENUMERATIVI

---

Poiché un tipo enumerativo è, *per la macchina C*,  
indistinguibile da un intero, è possibile in linea  
di principio ***mescolare interi e tipi  
enumerativi***

Esempio:

```
typedef enum {  
    lu, ma, me, gi, ve, sa, dom} Giorni;  
Giorni g;  
g = 5;            /* equivale a g = sa */
```

***È una pratica da evitare ovunque possibile***

8

## TIPI ENUMERATIVI

---

È anche possibile specificare esplicitamente i valori naturali cui associare i simboli

$a_1, \dots, a_N$

- qui,  $lu \leftrightarrow 0$ ,  $ma \leftrightarrow 1$ ,  $me \leftrightarrow 2$ , etc.:

```
typedef enum {  
    lu, ma, me, gi, ve, sa, dom} Giorni;
```

- qui, invece,  $lu \leftrightarrow 1$ ,  $ma \leftrightarrow 2$ ,  $me \leftrightarrow 3$ , etc:

```
typedef enum {  
    lu=1, ma, me, gi, ve, sa, dom} Giorni;
```

- qui, infine, l'associazione è data caso per caso:

```
typedef enum { lu=1, ma, me=7, gi, ve,  
    sa, dom} Giorni;
```

9

## IL TIPO BOOLEAN

---

Il boolean non esiste in C, ma si può facilmente definirlo:

```
typedef enum { false, true } Boolean;
```

così:

$false \leftrightarrow 0$ ,  $true \leftrightarrow 1$

$false < true$

- *logica positiva*

10

# EQUIVALENZA

---

- La possibilità di introdurre nuovi tipi pone il problema di **stabilire se e quanto due tipi siano compatibili fra loro**

- **Due possibili scelte:**

Scelta dal C

- **equivalenza strutturale**

tipi equivalenti se **strutturalmente identici**

- **equivalenza nominale**

tipi equivalenti se *definiti nella stessa definizione* oppure se *il nome dell'uno è definito espressamente come identico all'altro*

11

---

## EQUIVALENZA STRUTTURALE

---

### Esempio di **equivalenza strutturale**

```
typedef int MioIntero;  
typedef int NuovoIntero;  
MioIntero A;  
NuovoIntero B;
```

**I due tipi `MioIntero` e `NuovoIntero` sono equivalenti perché *strutturalmente identici* (sono entrambi `int` per la macchina C)**

Quindi, `A=B` è un assegnamento lecito

12

## EQUIVALENZA NOMINALE

---

- Non è il caso del C, ma è il caso, per esempio, del **Pascal**

- Esempio di **equivalenza nominale**

```
type MioIntero = integer;  
type NuovoIntero = integer;  
var A: MioIntero;  
var B: NuovoIntero;
```

- I due tipi `MioIntero` e `NuovoIntero` non sono equivalenti perché definiti in una diversa definizione ( $A := B$  non è consentito)

13

## DEFINIZIONE DI TIPI STRUTTURATI

---

Abbiamo visto a suo tempo come introdurre *variabili* di tipo array e struttura:

```
char msg1[20], msg2[20];  
struct persona {...} p, q;
```

- Non potendo però **dare un nome** al nuovo tipo, dovevamo **ripetere la definizione** per ogni nuova variabile
  - per le strutture potevamo evitare di ripetere la parte fra {...}, ma `struct persona` andava ripetuto comunque

14

## DEFINIZIONE DI TIPI STRUTTURATI

---

Ora siamo in grado di *definire nuovi tipi* array e struttura, come segue:

```
typedef char string[20];  
typedef struct {...} persona;
```

Ciò consente di *non dover più ripetere la definizione* per esteso ogni volta che si definisce una nuova variabile:

```
string s1, s2; /* due stringhe di 20 caratteri */  
persona p1, p2; /* due strutture "persona" */
```

- per le strutture, ciò rende quasi sempre inutile specificare etichetta dopo parola chiave `struct`

15

## DEFINIZIONE DI NUOVI TIPI

---

Perché definire nuovi tipi è importante?

- Permette di progettare *al nostro livello di astrazione, non a quello della macchina C*
  - Il mondo reale è fatto di *giorni, temperature, colori, stringhe...* non di `int`, `char`, ...
  - operare su “stringhe”, “matrici”, “vettori” è ben diverso che operare su `char x[20]`, ...
- Consente di *prescindere dal dettaglio di implementazione delle cose*
  - `temperature, colori, interi...` saranno anche tutti `int`, alla fine... **ma concettualmente sono diversi**

16