

TIPI DI DATO

- Tipicamente un elaboratore è **capace** di trattare **domini di dati di tipi primitivi**
 - numeri naturali, interi, reali
 - caratteri e stringhe di caratterie quasi sempre anche collezioni di oggetti, mediante la definizione di **tipi strutturati**
 - array, strutture
- Spesso un linguaggio di programmazione permette di **introdurre altri tipi 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
- Linguaggio 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 $lu \leftrightarrow 0, ma \leftrightarrow 1, me \leftrightarrow 2, \dots$

7

TIPI ENUMERATIVI

Poiché un tipo enumerativo è, *per la macchina C*, indistinguibile da un intero, è possibile, anche se sconsigliato, *mescolare interi e tipi enumerativi*

Esempio:

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

8

TIPI ENUMERATIVI

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

a_1, \dots, a_N

- qui, $lu \leftrightarrow 0, ma \leftrightarrow 1, me \leftrightarrow 2, \dots$

```
typedef enum {  
    lu, ma, me, gi, ve, sa, dom} Giorni;
```
- qui, invece, $lu \leftrightarrow 1, ma \leftrightarrow 2, me \leftrightarrow 3, \dots$

```
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 definire in termini di tipo enumerativo:

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

Di conseguenza:

$false \leftrightarrow 0, true \leftrightarrow 1$

$false < true$

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:
 - **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*

Scelta dal C

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* (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**:

```
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