Strutture

Strutture

- Collezioni di variabili collegate sotto un unico nome
- Possono contenere variabili di tipi di dati differenti
- Diverse dagli array che contengono solo elementi dello stesso tipo di dati

Strutture

- Le strutture sono tipo derivati costruite usando oggetti di altri tipi
- La parola chiave `struct` introduce la definizione di una struttura

```
struct card {
   const char *face;
   const char *suit;
};
```

- L'identificatore `card` è l'etichetta della struttura
- Le variabili dichiarate dentro le parentesi di `struct` sono i membri della struttura
- I membri di `struct` devono avere nomi unici
- Tipi di strutture separate possono contenere membri dello stesso nome

Strutture

- I membri di una struttura possono essere
  - variabili di tipi di dati primitivi (es. `int`, `double`)
  - Aggregati come array o altri oggetti di tipo `struct`
- Esempio di struttura con membri di tipi differenti

```
struct employee {
    char firstName[20];
    char lastName[20];
    int age;
    double hourlySalary;
};
```

Strutture autoreferenziali

- Un tipo `struct` non può contenere una variabile di quello stesso tipo di `struct`
- Un tipo di `struct` può contenere un **puntatore** a quel tipo di `struct`

```
struct employee {
    char firstName[20];
    char lastName[20];
    unsigned int age;
    double hourlySalary;
    struct employee *managerPtr; // pointer
};
```

- Una struttura contenente un membro che è un puntatore allo stesso tipo di struttura è detta **struttura autoreferenziale**
- Le strutture autoreferenziali sono usate per costruire strutture di dati collegate

Definizione di variabili di strutture

- Le definizioni di strutture non riservano alcuno spazio in memoria
- Ogni definizione crea un nuovo tipo di dato usato per definire le variabili
- Le istruzioni seguenti riservano memoria per le variabili usando il tipo `struct card`

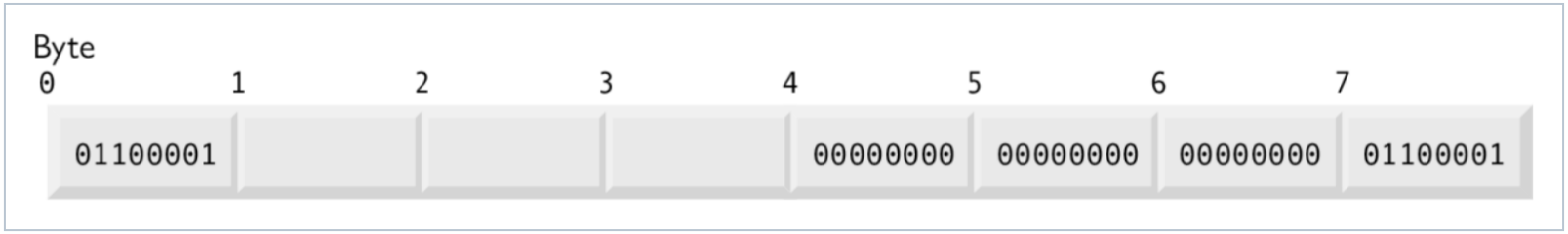
```
struct card myCard;
struct card deck[52];
struct card *cardPtr;
```

- Le variabili di un dato tipo di struttura possono anche essere definite nella definizione della struttura

```
struct card {
   const char *face;
   const char *suit;
} myCard, deck[52], *cardPtr;
```

Confrontare oggetti struttura

- Confrontare oggetti struttura non è consentito!
- Le strutture non possono essere confrontate usando gli operatori == e != perché i membri della struttura potrebbero non essere memorizzati in byte di memoria consecutivi
- ```
  struct example {
  char c;
  int i;
  } sample1, sample2;
  ```
- Un computer con parole di quattro byte può richiedere che ogni membro di `struct example` sia allineato su un confine di parola
- Esempio con `c='a'` e `i=97`



Fonte: Deitel & Deitel
  ```

Inizializzazione di strutture

- Come per gli array è possibile inizializzare variabili di tipo `struct` con una lista di inizializzatori

```
struct card myCard = {"Three", "Hearts"};
```

- inizializza il membro `face` a «Three» e il membro `suit` a «Hearts»
- Se vi sono meno inizializzatori che membri, i restanti membri sono inizializzati a 0 o NULL per i membri puntatore
- Si posso assegnare variabili struttura ad altre variabili di struttura dello stesso tipo
- Si posso assegnare valori a singoli membri della struttura

Accesso ai membri delle strutture

- E' possibile accedere ai membri di una struttura con:
  - **L'operatore di membro di struttura** (**.**), o operatore punto
  - **L'operatore di puntatore a struttura** (->), o operatore freccia

Operatore di membro di struttura

- L'operatore di membro di struttura accede a un membro di una struttura tramite il nome di una variabile di struttura
- Possiamo stampare il membro `suit` con l'istruzione

```
printf("%s", myCard.suit);
```

Operatore di puntatore a struttura

- Accesso ad un membro di una struttura tramite un puntatore a struttura

```
printf("%s", cardPtr->suit);
```

- L'espressione `cardPtr->suit` è equivalente a `(*cardPtr).suit`
- Le parentesi sono necessarie perché l'operatore di membro di struttura (.) ha una precedenza più alta dell'operatore che dereferenzia il puntatore (*)

Esempio

```c
// fig10_01.c
// Operatore di membro di struttura e
// operatore di puntatore a struttura
#include <stdio.h>

// definizione della struttura card
struct  card {
    const char  *face; // definisci il puntatore face
    const char  *suit; // definisci il puntatore suit
};

 int main(void) {
    struct  card myCard; // definisci una variabile di tipo struct card

    // inserisci le stringhe in myCard
    myCard.face =  "Ace" ;
    myCard.suit =  "Spades" ;

    struct card *cardPtr = &myCard; // assegna l'indirizzo di myCard a cardPtr

    printf("%s of %s\n", myCard.face, myCard.suit);
    printf("%s of %s\n", cardPtr->face, cardPtr->suit);
    printf("%s of %s\n", (*cardPtr).face, (*cardPtr).suit);
 }
```

```
Ace of Spades
Ace of Spades
Ace of Spades
```

Uso delle strutture con le funzioni

- I singoli membri di una struttura e gli interi oggetti struttura sono **passati per valore**
  - Le funzioni non possono modificarli nella funzione chiamante
  - Per passare una struttura per riferimento, usate l'indirizzo dell'oggetto struttura
  - Gli array di oggetti struttura sono passati per riferimento (come tutti gli array)
- Per passare un array per valore utilizzate una struttura
  - Create una struttura con un array come membro
  - Le strutture sono passate per valore, quindi i suoi membri sono passati per valore

`typedef` per nomi più «umani»

- `typedef` consente di creare sinonimi (*alias*) per tipi di dati precedentemente definiti
- Viene usata per creare nomi più corti per i tipi di strutture e semplificare le dichiarazione di tipi come i puntatori a funzioni

```
typedef struct card Card;
```

- Potete usare Card per dichiarare variabili di tipo `struct` card

```
Card deck[52];
```

- `typedef` non crea un nuovo tipo, ma solo un nome alternativo

`typedef` e definizioni di struct

- `typedef` può essere usato per definire un tipo di struttura
- Non è necessaria l'etichetta della struttura

```
typedef struct {
    const char *face;
    const char *suit;
} Card;
```

Caso pratico di simulazione di numeri casuali: mescolamento e distribuzione di carte ad alte prestazioni

- Deitel code example `fig10_02.c`
- L'algoritmo seleziona un numero casuale tra 0 e 51 per ogni carta, quindi scambia la carta attuale con quella scelta
- Viene eseguito un totale di 52 scambi durante un’unica passata attraverso l’intero array, mescolando così le carte
- Poiché le carte sono state scambiate all'interno dell'array, l'algoritmo altamente performante per la distribuzione (funzione deal, righe 62-68) può distribuire le carte mescolate con una sola passata dell'array

Intervallo

Fonte: chatGPT

Operatori bit a bit

- I computer rappresentano tutti i dati internamente come sequenze di bit
- Ogni bit può assumere valore 0 o 1
- Una sequenza di 8 bit forma un byte
- Gli operatori bit a bit sono usati per manipolare i bit di operandi interi
  - Sia interi signed che unsigned, di solito vengono usati gli interi senza segno

Operatori bit a bit

Operatore		Descrizione
&	**AND bit a bit**	Confronta i suoi due operandi bit per bit. I bit nel risultato sono impostati a 1 se i bit corrispondenti nei due operandi sono *entrambi* 1.
|	**OR inclusivo bit a bit**	Confronta i suoi due operandi bit per bit. I bit nel risultato sono impostati a 1 se *almeno uno* dei bit corrispondenti nei due operandi è 1.
^	**OR esclusivo bit a bit** (conosciuto anche come **XOR bit a bit**)	Confronta i suoi due operandi bit per bit. I bit nel risultato sono impostati a 1 se i bit corrispondenti nei due operandi sono differenti.
<<	**spostamento a sinistra**	Sposta a sinistra i bit del primo operando del numero di bit specificato dal secondo operando; i bit da destra vengono riempiti con 0.
>>	**spostamento a destra**	Sposta a destra i bit del primo operando del numero di bit specificato dal secondo operando; il metodo di riempimento da sinistra è dipendente dalla macchina quando l'operando sinistro è negativo.
~	**complemento**	Tutti i bit 0 sono impostati a 1 e tutti i bit 1 sono impostati a 0 ("alternanza di bit").

Fonte: Deitel & Deitel

Stampa della rappresentazione a bit di un intero

```c
// fig10_04.c
// Stampa di un int senza segno nella sua rappresentazione in bit
#include <stdio.h>

void displayBits(unsigned int value); // prototipo

int main(void) {
   unsigned int x = 0; // variabile per memorizzare l'input dell'utente

   printf("%s", "Enter a nonnegative int: ");
   scanf("%u", &x);
    displayBits(x);
 }

 // stampa i bit di un valore int senza segno
 void displayBits(unsigned int value) {
   // definisci displayMask ed effettua uno spostamento a sinistra di 31 bit
   unsigned int  displayMask =  1  <<  31 ;

   printf("%10u = ", value);

   // effettua un'iterazione attraverso tutti i bit
   for (unsigned int c = 1; c <= 32; ++c) {
      putchar(value & displayMask ?  '1'  :  '0' );
      value <<=  1 ;  // sposta value a sinistra di 1 bit

      if (c % 8 == 0) { // stampa uno spazio dopo 8 bit
         putchar(' ');
      }
   }

   putchar('\n');
 }
```

```
Enter a nonnegative int: 65000
     65000 = 00000000 00000000 11111101 11101000
```

Fonte: Deitel & Deitel

Stampa della rappresentazione a bit di un intero

- La funzione displayBits utilizza l'operatore bit a bit AND per combinare la variabile value con la variabile displayMask
- Spesso l'operatore bit a bit AND è usato con un operando chiamato **maschera**, un valore intero con bit specifica impostati a 1
- Le maschere servono per nascondere alcuni bit in un valore mentre vengono selezionati altri bit

Uso degli operatori bit a bit di spostamento a sinistra e a destra

- L'operatore di spostamento a sinistra (<<)
  - sposta a sinistra i bit del suo operando sinistro del numero di bit specificato nel suo operando destro
  - I bit vuoti a destra sono sostituiti con zeri
  - I bit spostati a sinistra vanno perduti
- L'operatore di spostamento a destra (>>) sposta a destra i bit del suo operando sinistro del numero di bit specificato nel suo operando destro
  - Lo spostamento a destra di un unsigned int fa sì che vengano sostituiti con zeri tutti i bit rimasti vuoti a sinistra
  - I bit spostati a destra vanno perduti

Uso degli operatori bit a bit di spostamento a sinistra e a destra

```c
// fig10_06.c
// Uso degli operatori di spostamento bit a bit
#include <stdio.h>

void displayBits(unsigned int value); // prototipo

int main(void) {
   unsigned int number1 = 960; // inizializza number1

   // illustra lo spostamento a sinistra bit a bit
   puts("\nThe result of left shifting");
   displayBits(number1);
    puts("8 bit positions using the left shift operator << is");
    displayBits( number1 <<  8 );

    // illustra lo spostamento a destra bit a bit
    puts("\nThe result of right shifting");
    displayBits(number1);
    puts("8 bit positions using the right shift operator >> is");
    displayBits( number1 >>  8 );
 }
```

```
The result of left shifting
       960 = 00000000 00000000 00000011 11000000
8 bit positions using the left shift operator << is
    245760 = 00000000 00000011 11000000 00000000
The result of right shifting
       960 = 00000000 00000000 00000011 11000000
8 bit positions using the right shift operator >> is
         3 = 00000000 00000000 00000000 00000011
```

Fonte: Deitel & Deitel

Uso degli operatori bit a bit di spostamento a sinistra e a destra

```
18   // stampa i bit di un valore unsigned int
19   void displayBits(unsigned int value) {
20      // dichiara displayMask ed effettua uno spostamento a sinistra di 31 bit
21      unsigned int displayMask = 1 << 31;
21
22      printf("%10u = ", value);
22
23      // effettua un'iterazione attraverso tutti i bit
24      for (unsigned int c = 1; c <= 32; ++c) {
25         putchar(value & displayMask ? '1' : '0');
26         value <<= 1; // sposta value a sinistra di 1 bit
26
27         if (c % 8 == 0) { // stampa uno spazio dopo 8 bit
28            putchar(' ');
29         }
30      }
30
31      putchar('\n');
32   }
```

```
The result of left shifting
       960 = 00000000 00000000 00000011 11000000
8 bit positions using the left shift operator << is
    245760 = 00000000 00000011 11000000 00000000
The result of right shifting
       960 = 00000000 00000000 00000011 11000000
8 bit positions using the right shift operator >> is
         3 = 00000000 00000000 00000000 00000011
```

Fonte: Deitel & Deitel

assegnazione bit a bit

- Ogni operatore bit a bit ha un operatore di assegnazione corrispondente

Operatori di assegnazione bit a bit	
&=	Operatore di assegnazione AND bit a bit.
|=	Operatore di assegnazione OR inclusivo bit a bit.
^=	Operatore di assegnazione OR esclusivo bit a bit.
<<=	Operatore di assegnazione di spostamento a sinistra.
>>=	Operatore di assegnazione di spostamento a destra.

Fonte: Deitel & Deitel

Costanti di enumerazione

- Enum definisce un insieme di **costanti di enumerazione** intere rappresentate da identificatori
- I valori in un enum partono da 0, a meno che non sia specificato diversamente, e sono incrementate di 1

```
enum months {
    JAN, FEB, MAR, APR, MAY, JUN,
    JUL, AUG, SEP, OCT, NOV, DEC};
```

- Crea un nuovo tipo enum months, in cui gli edintificatori sono impostati agli interi da 0 a 11

Costanti di enumerazione

```
enum months {
    JAN = 1, FEB, MAR, APR, MAY, JUN, JUL, AUG,
SEP, OCT, NOV, DEC};
```

- Enumera i mesi da 1 a 12
- Gli identificatori in qualsiasi enumerazione devono essere unici
- Il valore di ogni costante di enumerazione può essere impostato esplicitamente nella definizione assegnando un valore all'identificatore
- Più membri di un'enumerazione possono avere lo stesso valore
- Usare lettere maiuscole nei nomi delle costanti per ricordarvi che sono costanti e non variabili

Costanti di enumerazione

```c
// fig10_08.c
// Uso di un'enumerazione
#include <stdio.h>

// le costanti di enumerazione rappresentano i mesi dell'anno
enum months {
    JAN = 1, FEB, MAR, APR, MAY, JUN, JUL, AUG, SEP, OCT, NOV, DEC
};

int main(void) {
    // inizializza un array di puntatori
    const char *monthName[] = { "", "January", "February", "March",
       "April", "May", "June", "July", "August", "September", "October",
       "November", "December" };

    // effettua un'iterazione attraverso months
    for ( enum months month = JAN; month <= DEC; ++month) {
       printf("%2d%11s\n", month, monthName[month]);
    }
 }
```

```
 1    January
 2   February
 3      March
 4      April
 5        May
 6       June
 7       July
 8     August
 9  September
10    October
11   November
12   December
```

Fonte: Deitel & Deitel

Recap

- Strutture (`struct`) per contenere variabili di tipi differente
- Istruzione `typedef`
- Operatori bit a bit
- Costanti di enumerazione