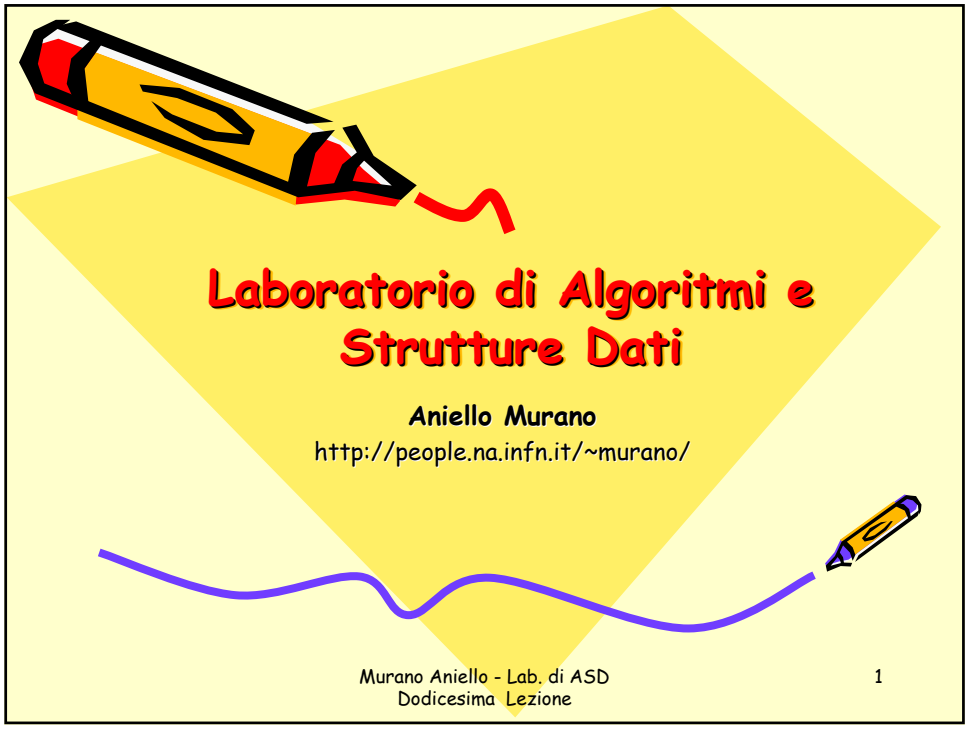
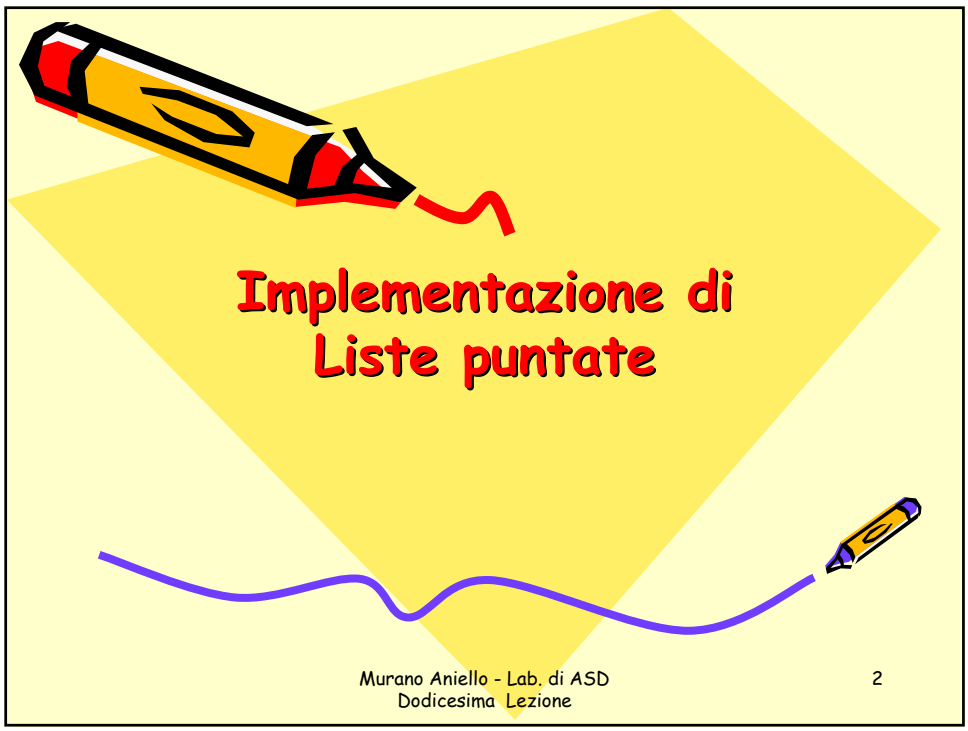
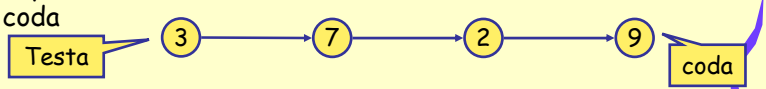

Laboratorio di Algoritmi e Strutture Dati
Aniello Murano
http://people.na.infn.it/~murano/
Murano Aniello - Lab. di ASD
Dodicesima Lezione
1

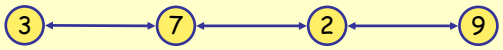

Implementazione di Liste puntate
Murano Aniello - Lab. di ASD
Dodicesima Lezione
2

Indice

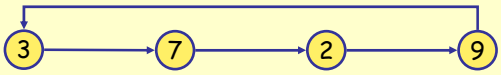
- **Liste puntate semplici:** Gli elementi sono logicamente organizzati in modo sequenziale e si possono scorrere in un unico verso. La lista ha un primo elemento chiamato testa e un ultimo elemento chiamato coda



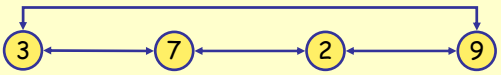
- **Liste doppiamente puntate:** Sono simili alle liste puntate semplici, ma permettono di scorrere gli elementi in entrambi i versi



- **Liste puntate semplici circolari:** Sono liste puntate semplici senza testa ne coda.



- **Liste doppiamente puntate circolari:** Liste doppiamente puntate senza testa ne coda.



Torniamo al linguaggio C

- Per l'implementazione delle liste in linguaggio C, possiamo utilizzare due importanti costrutti:
- STRUTTURE
- ALLOCAZIONE DINAMICA DELLA MEMORIA

Strutture

- Le strutture del C sono simili ai **record** del Pascal e sostanzialmente permettono un'aggregazione di variabili, molto simile a quella degli array, ma a differenza di questi non ordinata e non omogenea (una struttura può contenere variabili di tipo diverso).
- Per denotare una struttura si usa la parola chiave **struct** seguita dal nome identificativo della struttura, che è opzionale. Nell'esempio sottostante si definisce una struttura "libro" e si crea un'istanza di essa chiamata "biblio":

```
struct libro            {
     char titolo[100];
     char autore[50];
     int anno_pubblicazione;
     float prezzo;      };

struct libro biblio;
```


Strutture (2)

- La variabile "biblio" può essere dichiarata anche mettendo il nome stesso dopo la parentesi graffa:

```
struct libro                    {
        char titolo[100];
        char autore[50];
        int anno_pubblicazione;
        float prezzo;           } biblio;
```

- Inoltre, è possibile pre-inizializzare i valori, alla dichiarazione, mettendo i valori (giusti nel tipo) compresi tra parentesi graffe: struct libro biblio = {"Guida al C", "Fabrizio Ciacchi", 2003, 45.2};
- Per accedere alle variabili interne della struttura si usa l'operatore "."
- Esempio: Per assegnare alla variabile interna prezzo il valore 50 usiamo biblio.prezzo = 50;

Nuovi tipi di dato

- Per definire nuovi tipi di dato si utilizza la funzione **typedef**.
- Con typedef e l'uso di struct è possibile creare tipi di dato molto complessi, come mostrato nell'esempio seguente:

```
typedef struct libro            {
        char titolo[100];
        char autore[50];
        int anno_pubblicazione;
        float prezzo;           } t_libro;
```

- Esempio: Per creare una variabile "guida" di tipo "t_libro", usiamo t_libro guida={"Guida al C", "Fabrizio Ciacchi", 2003, 45.2};
- Come per ogni altro tipo di dato, anche con "t_libro" si possono creare degli array: t_libro raccolta[5000];
- Nel caso di array, per accedere ad un variabile interna, si utilizza l'indice insieme all'operatore punto (.)
- Esempio: Per assegnare il prezzo 50 al libro con indice 10 usiamo raccolta[10].prezzo = 50;

Puntatori e Strutture

- Consideriamo il seguente esempio di uso congiunto di strutture e puntatori:

```
struct PIPPO { int x, y, z; } elemento;
   struct PIPPO *puntatore;

   puntatore = &elemento;

   puntatore->x = 6;
   puntatore->y = 8;
   puntatore->z = 5;
```

- Abbiamo dunque creato una struttura di tipo PIPPO e di nome "elemento", ed un puntatore ad una struttura di tipo PIPPO.
- Per accedere ai membri interni della struttura "elemento" abbiamo usato l'operatore -> sul puntatore alla struttura. In pratica, puntatore->x = 6 semplifica (*puntatore).x=6;

Allocazione dinamica della memoria

- A differenza di altri linguaggi, all'occorrenza il C permette di assegnare la giusta quantità di memoria alle variabili del programma.
- Le funzioni utilizzate per gestire dinamicamente la memoria delle variabili sono principalmente **malloc()** e **calloc()**, adibite all'allocazione della memoria, **free()** che serve per liberare la memoria allocata, e **realloc(),** che permette la modifica di uno spazio di memoria precedentemente allocato. Infine, un comando particolarmente utile è **sizeof**, che restituisce la dimensione del tipo di dato da allocare.
- Queste funzioni sono incluse nella libreria **malloc.h**,

Esempio di allocazione dinamica

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <malloc.h>
main() {
  int numero=100, allocati, *array, i; char buffer[15];
  printf("Numero di elementi dell'array: %d", numero);
  array = (int *)malloc(sizeof(int) * numero);
  if(array == NULL)  { printf("Memoria esaurita\n"); exit(1); }
  allocati = sizeof(int) * numero;
  for(i=0; i<numero; i++)          array[i] = i;
  printf("\n Valori degli elementi \n");
  for(i=0; i< numero; i++)  printf("%d", array[i]);
  printf("\n\n Numero elementi %d \n", numero);
  printf("Dimensione elemento %d \n", sizeof(int));
  printf("Bytes allocati %d \n", allocati);
  free(array);
  printf("\n Memoria Liberata \n"); }
```

Uso di realloc()

- La sintassi della funzione **realloc()** ha due argomenti, il primo riguarda l'indirizzo di memoria, il secondo specifica la nuova dimensione del blocco;

- Esempio di frammento di codice:

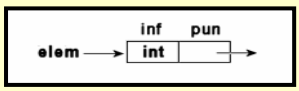
```
while(scanf("%d", &x))          {
      allocati += sizeof(int)
            array = (int *)realloc(array, allocati);
           if(array == NULL) {
             printf("Memoria insufficiente\n");
             exit(1); }
           i++;
         array[i] = x;    }
```


Rischi della gestione dinamica della memoria

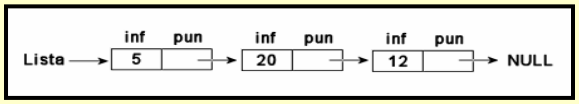
- Produzione di "**garbage**":
  - quando la memoria allocata dinamicamente resta logicamente inaccessibile, perché si sono persi i riferimenti:
  - Esempio:
    - ✓ **P=malloc(sizeof(TipoDato));**
    - ✓ **P=Q;**
- Riferimenti "**dangling**"(fluttuanti):
  - quando si creano riferimenti a zone di memoria logicamente inesistenti
  - Esempio:
    - ✓ **P=Q;**
    - ✓ **free(Q);**
  - l'istruzione **free** libera l'area di memoria ma non provoca un assegnamento automatico di **NULL** al puntatore Q, per cui P e Q si riferiscono perciò a celle di memoria non più esistenti

Liste puntate

- Una lista è una collezione di elementi omogenei
- **A differenza dell'array**, la dimensione di una lista non è nota a priori e può variare nel tempo. Inoltre un elemento nella lista occupa una posizione qualsiasi, che tra l'altro può cambiare dinamicamente durante l'utilizzo della lista stessa.
- Ogni elemento nella lista ha uno o più campi contenenti informazioni, e, necessariamente, deve contenere un puntatore per mezzo del quale è legato all'elemento successivo
- Esempio:



- Una lista puntata (semplice) ha una gestione sequenziale, in cui è sempre possibile individuare la testa e la coda della lista.
- Esempio:



Operazioni sulle liste

- Le operazioni che agiscono su un a lista rappresentano gli operatori elementari che agiscono sulle variabili di tipo lista
- Corrispondono a dei sottoprogrammi (funzioni o procedure)
- Alcune operazioni modificano la lista
- Operazioni tipiche:
  - **Inizializzazione** - modifica la lista
  - **Inserimento in testa** - modifica la lista
  - **Inserimento in coda** - modifica la lista
  - **Inserimento all'interno** - modifica la lista
  - **Verifica lista vuota** - non modifica la lista
  - **Ricerca elemento** - non modifica la lista
  - **Stampa lista** - non modifica la lista

Oggi vediamo
- **Inizializzazione**
- **Stampa lista in modo iterativo**
- **Stampa lista in modo ricorsivo**

Inizializzazione

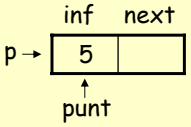
- Consideriamo un semplice programma per l'inizializzazione di una lista di interi.

```
#include <stdio.h>
#include <malloc.h>
struct elemento {
   int inf;
   struct elemento *next;}
int main() {
struct elemento *lista;  /*puntatore della lista */
lista = crea_lista();      /* crea la lista          */
visualizza_lista(lista);   /* stampa la lista        */ }
```


Funzione crea_lista() 1/2

- La funzione **crea_lista()** crea due puntatori ad elemento, uno di nome **p** (puntatore al primo elemento della lista) e l'altro di nome **punt** (puntatore che permette di scorrere la lista);

```
struct elemento *crea_lista()  {
      struct elemento *p, *punt;
      int i, n;
      printf("\n Specificare il numero di elementi... ");
      scanf("%d", &n);
      if(n==0)
          p = NULL;
      else {
          /* creazione primo elemento */
          p = (struct elemento *)malloc(sizeof(struct elemento));
        printf("\nInserisci il primo valore: ");
        scanf("%d", &p->inf);
        punt = p;
```

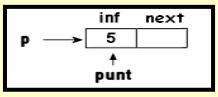


Funzione crea_lista() 2/2

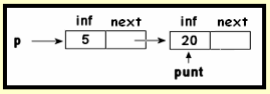
```
for(i=2; i<=n; i++)
        {
          punt->next = (struct elemento *)malloc(sizeof(struct elemento));
          punt = punt->next;
          printf("\nInserisci il %d elemento: ", i);
          scanf("%d", &punt->inf);
        } // chiudo il for
        punt->next = NULL; // marcatore fine lista
      } // chiudo l'if-else
      return(p);
    } // chiudo la funzione
```


Esempio di funzionamento di crea_lista

- Assumiamo che si voglia creare una lista di 3 elementi (5,20,12); Alla prima iterazione abbiamo la seguente situazione:



- Supponiamo adesso di aver inserito i primi due elementi e stiamo per inserire il terzo. La lista avrà la seguente forma:



- A questo punto inserendo il valore 12 per prima cosa viene creato un altro oggetto della lista, identificato con punt->next,
- poi "punt", il puntatore ausiliario, viene fatto puntare, non più al secondo elemento, bensì al terzo, all'atto pratico "punt" diventa il puntatore dell'oggetto da lui puntato (punt = punt->next;).
- Quindi viene inserito il campo informazione dell'elemento tramite l'input da tastiera dell'utente; in questo caso viene inserito il valore 12;
- Alla fine, punt punta al valore NULL che identifica la fine della lista.

Funzione visualizza_lista()

```
void visualizza_lista(struct elemento *p)        {
      printf("\n lista ---> ");
      while(p != NULL)
      {
        printf("%d", p->inf); /* visualizza l'informazione */
        printf(" ---> ");
        p = p->next; /* scorre la lista di un elemento */
      }
      printf("NULL\n\n");                        }
```


Ricorsione su liste

- La ricorsione risulta particolarmente utile sulle liste collegate. Questo è dovuto al fatto che le liste si possono definire in modo ricorsivo:
- Una lista è la lista vuota, oppure un elemento seguito da un'altra lista.
- In altre parole, una variabile di tipo lista L può valere NULL (che rappresenta la lista vuota), oppure può essere un puntatore a una struttura che contiene un dato più un altro puntatore. Possiamo quindi dire che la struttura è composta da un elemento e da un puntatore, che rappresenta un'altra lista.
- La lista si ottiene guardando la struttura puntata e poi seguendo i puntatori fino a NULL.
- Sia L una lista definita da struct lista { int val; struct lista *next; } L;, una funzione ricorsiva su L avrà come argomento L, e al suo interno una chiamata ricorsiva a cui si passa L->next. Queste funzioni normalmente operano su l->val (il primo elemento della lista), e poi agiscono sul resto della lista solo attraverso la chiamata ricorsiva.

Funzione visualizza_lista() ricorsiva

```
void visualizza_lista(struct elemento *p)
   {
   if(p==NULL) return;
   printf("%d ", p->inf);
   visualizza_lista(p->next);
   }
```

- Se p rappresenta la lista vuota, non si stampa niente; si esce semplicemente dalla funzione senza fare nulla.
- Al passo i-esimo, si stampa la testa della lista e si richiama la funzione visualizza_lista sulla lista meno la testa.