PROGRAMMAZIONE 2
2. Verso OOP & Java

Problem solving & Paradigmi di programmazione

- Consideriamo il problema di determinare l'area di una figura geometrica (ad esempio un rettangolo)
- La costruzione del modello computazionale eseguibile, ovvero il programma, può essere realizzata mediante differenti paradigmi di programmazione (e usando i relativi linguaggi)

Paradigma procedurale

```
#include<stdio.h>
#include<math.h>

main( ){
   double base, height, area;
   printf("Enter the sides of rectangle\n");
   scanf("%lf%lf", &base, &height);
   area = base * height;
   printf("Area of rectangle=%lf\n", area);
   return 0;
}
```

[Codice scritto in C]

Paradigma funzionale

```
let area b h =  b *. h;;
val area : float -> float -> float = <fun>
```

[Codice scritto in OCaml]

Alan J. Perlis [1922 – 1990]

- A good programming language is a conceptual universe for thinking about programming.
- A language that doesn't affect the way you think about programming, is not worth knowing.
- There will always be things we wish to say in our programs that in **all known languages can only be said poorly.**

Passo di astrazione

- Generalizziamo il problema
  - Determinare il valore dell'area di figure geometriche

```
double size( ) {
  double total = 0;
  for (Shape shape: shapes) {
    switch (shape.kind( )) {
      case SQUARE:
        Square square = (Square) shape;
        total += square.width * square.width;
        break;
      case RECTANGLE:
        Rectangle rectangle = (Rectangle) shape;
        total += rectangle.width * rectangle.height;
        break;
      case CIRCLE:
        :
    }
  }
  return total;
}
```

Astrazioni sui dati e tipi

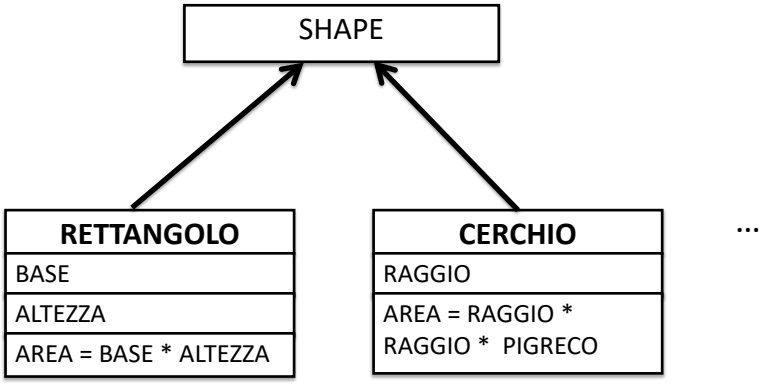
Object-oriented

```
double size( ) {
  double total = 0;
  for (Shape shape: shapes) {
    total += shape.size( );
  }
  return total;
}
```

Distribuiamo la computazione tra le strutture

Ogni forma geometrica diventa "responsabile" del calcolo dell'area

```
public class Square extends Shape {
  ...
  public double size( ) {
    return width*width;
  }
}
```



Oggetto Shape: gestisce del contenuto informativo (dati) e fornisce una funzionalità (il calcolo dell'area)

Object-Oriented Programming

- Object-oriented programming (OOP) is a programming paradigm that represents concepts as "objects" that have data fields (attributes that describe the object) and associated procedures known as methods.

[wiki]

OOP

- Due aspetti importanti
  - Informazione (strutture dati) contenuta nell'oggetto
  - Operazioni significative per operare sulle informazioni presenti nell'oggetto
- Nel mondo della Ingegneria del Software questi due aspetti si riflettono nella nozione di *Information hiding*

Information Hiding

- Information hiding is the principle of segregation of the design decisions in a computer program that are most likely to change, thus protecting other parts of the program from extensive modification if the design decision is changed. The protection involves *providing a stable interface which protects the remainder of the program from the implementation* (the details that are most likely to change)

[wiki]

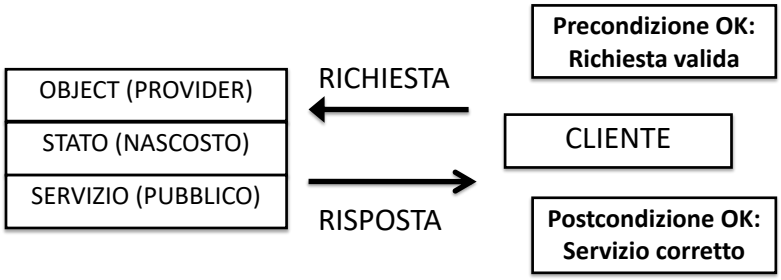
Perché è importante?

- Esposizione della sola informazione che è necessaria a operare
- Dichiarazione di “cosa si fa”, non di “come si fa”
  - *separation of concerns*
- Decomposizione di un sistema in parti
- Protezione dei clienti dalle modifiche riguardanti l’implementazione
- Definizione di contratti di uso
- Facilità per manutenzione e evoluzione del sw

Cosa c’entra con Programmazione II

- La programmazione “by contract” nello spirito OOP usando il linguaggio di programmazione Java come esempio

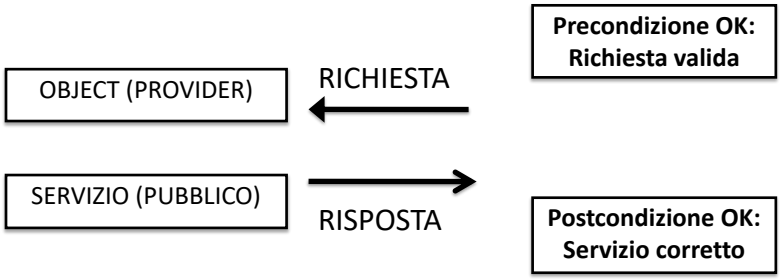
Programming by contract



Un contratto definisce il vincolo del servizio
- Visione del cliente: richieste valide
- Visione del provider: fornire correttamente il servizio.

Cosa succede quando viene violato il contratto? **Exception**!!

Programming by contract



Contratto: Invariante di rappresentazione dello stato
Descrive quali sono gli stati validi dell'oggetto
- **alla costruzione**
- **prima e dopo l'invocazione dei metodi (pubblici)**

Cosa succede quando viene violato il contratto? Exception!!!

Java. Perché?

- Modello a oggetti semplice e maneggevole
- Ogni entità è un oggetto
- Ereditarietà singola
- Garbage collection
- Caricamento dinamico delle classi
- Librerie (viviamo in un mondo di API)
- Controllo di tipi statico e dinamico
- Meccanismi per la sicurezza
- Morale: poche novità, ma ragionevolmente pulito, semplice e fruibile

I nostri obiettivi

- Esaminare alcune nozioni fondamentali dei linguaggi di programmazione “moderni”
  - Astrazione sui dati (Data Abstraction)
  - Programmazione “by contract”
  - Generici
  - Modularità
  - Programmazione e verifica
  - Testing, debugging e “defensive programming”

Astrazioni

Meccanismi di astrazione

- L'astrazione sui dati è un esempio significativo di astrazione
- Quali sono i meccanismi di astrazione legati alla programmazione? Lo strumento fondamentale è l'utilizzazione di **linguaggi ad alto livello**
  - enorme semplificazione per il programmatore
  - usando direttamente i costrutti del linguaggio ad alto livello invece che una delle numerosissime sequenze di istruzioni in linguaggio macchina "equivalenti"

Migliori astrazioni nel linguaggio?

- il linguaggio potrebbe avere delle potenti operazioni sull'array del tipo **isIn** e **indexOf**

```
// ricerca indipendente dall'ordine
  found = a.isIn(e);
  if found z = a.indexOf(e);
```

  - l'astrazione è scelta dal progettista del linguaggio
    - quali e quanto complicato diventa il linguaggio?
  - meglio progettare linguaggi dotati di meccanismi che permettano di definire le astrazioni che servono

Il tipo più comune di astrazione

- ***l'astrazione procedurale*** appare in tutti i linguaggi di program.
  - definizione di procedure, chiamata di procedure
- la separazione tra "definizione" e "chiamata" rende disponibili nel linguaggio i due meccanismi fondamentali di astrazione
- **l'astrazione attraverso parametrizzazione** astrae dall'identità di alcuni dati, rimpiazzandoli con parametri
  - si generalizza un parametro per poterlo usare in situazioni diverse (Shape definito in precedenza)
- **l'astrazione attraverso specifica** astrae dai dettagli implementativi della procedura, per limitarsi a considerare il comportamento che interessa (ciò che fa, non come lo fa)
  - si rende ogni procedura indipendente dalle implementazioni dei moduli che la usano

Astrazione via parametrizzazione

- L'introduzione dei parametri permette di descrivere un insieme (possibilmente infinito) di computazioni diverse con un singolo programma che le astrae tutte
- Il programma seguente descrive una particolare computazione

```
x * x + y * y
```

- La definizione

```
fun(x, y: int) = (x * x + y * y)
```

  descrive tutte le computazioni che si possono ottenere chiamando la funzione, cioé applicando la funzione a una opportuna coppia di valori

Astrazione via specifica

- La nozione di procedura si presta a meccanismi di astrazione più potenti della parametrizzazione
  - possiamo astrarre dalla specifica computazione descritta nel corpo della procedura, associando a ogni procedura una specifica (la semantica "intesa" della procedura)
  - …e derivando la semantica della chiamata dalla specifica invece che dal corpo della procedura
  - non è di solito supportata dal linguaggio di programmazione
    - se non in parte tramite le specifiche di tipo, come avviene nei linguaggi funzionali della famiglia di ML
- Si realizza con opportune annotazioni
  - Esempio: Aspect Oriented Programming (AOP)
  - Esempio: JML

Specifica di procedure

- La specifica di una procedura descrive:
  - Quali sono i parametri
  - Quale è il risultato
  - Come cambia lo stato del programma

```
float sqrt (float coef) {
  // REQUIRES: coef > 0
  // EFFECTS: ritorna una approssimazione
  // della radice quadrata di coef
  float ans = coef/2.0;
  for (int i = 1; i < 7; i++)
       ans = ans-((ans*ans-
  coef)/(2.0*ans));
  return ans;
}
```

- *precondizione* (asserzione requires)
  - deve essere verificata quando si chiama la procedura
- *postcondizione* (asserzione effects)
  - tutto ciò che possiamo assumere che valga quando la chiamata di procedura termina, se al momento della chiamata era verificata la precondizione

Il punto di vista dell'utente

```
float sqrt (float coef) {
   // REQUIRES: coef > 0
   // EFFECTS: ritorna una approssimazione
   // della radice quadrata di coef
   …
}
```

- Gli utenti della procedura non devono preoccuparsi di capire cosa fa, astraendo dalle computazioni descritte nel corpo
  - computazioni che possono essere molto complesse
- Gli utenti della procedura non possono osservare le computazioni descritte dal corpo e da queste dedurre proprietà diverse da quelle specificate nelle asserzioni
  - astraendo dal corpo (implementazione) si "dimentica" informazione evidentemente considerata non rilevante

Un esempio (strano)

```
public String bestStock ()
        // REQUIRES: false
        // EFFECTS: Il nome della migliore azione da
        //comprare sul mercato telematico domani
```

Possiamo programmare una implementazione che soddisfa la specifica?

Un esempio (strano)

```
public String bestStock ()
        // REQUIRES: false
        // EFFECTS: Il nome della migliore azione da
        //comprare sul mercato telematico domani
```

Possiamo programmare una implementazione che soddisfa la specifica?

Una qualunque implementazione soddisfa la specifica!!!
Dato che la precondizione della precondizione non è soddisfatta l'implementazione può fare qualunque cosa soddisfacendo comunque la specifica

La precondizione (require)

- Precondizione debole:
  - Difficile implemnetare correttamente la procedura
  - Difficile effuare il testing della correttezza della procedura
- Precondizione di deault: REQUIRES true
- Precondizione: ragionare sulle condizioni che devono effettivamente cincolare il comportamento del cliente

Un secondo esempio

```
public static int biggest (int [ ] a)
   // REQUIRES: true
  // EFFECTS: Restituisce il valore massimo
  // dei valori contenuti nel vettore a.
```

E' una "buona" specifica?

Un secondo esempio

```
public static int biggest (int [ ] a)
   // REQUIRES: true
  // EFFECTS: Restituisce il valore massimo
  // dei valori contenuti nel vettore a.
```

E' una "buona" specifica?

No, cosa succede quando il vettore a è vuoto?
Cosa si aspetta il cliente in questo caso?

Un secondo esempio

```
public static int biggest (int [ ] a)
   // REQUIRES: a contiene almeno un elemento
  // EFFECTS: Restituisce il valore massimo
  // dei valori contenuti nel vettore a.
```

E' una "buona" specifica?

Un secondo esempio

```
public static int biggest (int [ ] a)
   // REQUIRES: a contiene almeno un elemento
  // EFFECTS: Restituisce il valore massimo
  // dei valori contenuti nel vettore a.
```

E' una "buona" specifica?

Mah!!! Dipende dal cliente.
Specifica rischiosa

Un secondo esempio

```
public static int biggest (int [ ] a)
// REQUIRES: true
// EFFECTS: If elements(a) > 0 then
//      return "il valore più grande in a".
//      else Integer.MIN_VALUE
```

Andiamo meglio: caratterizzato i casi speciali (meglio ancora sarebbe utilizzare le eccezioni)

Un esempio (vero)

- Bug discovered in Microsoft Outlook that treats messages that start with "begin " as empty attachments (can be exploited by viruses)
- To workaround this problem:
  - Do not start messages with the word "begin" followed by two spaces.
  - Use only one space between the word "begin" and the following data.
  - Capitalize the word "begin" so that it is reads "Begin."
  - Use a different word such as "start" or "commence".
- from http://support.microsoft.com/default.aspx?scid=KB;EN-US;Q265230&

La post-condizione (effects)

```
public static int biggest (int [ ] a)
// REQUIRES: true
// EFFECTS: If elements(a) > 0 then
//      return "il valore più grande in a".
//      else Integer.MIN_VALUE
```

Cosa succede alvettore a quando biggest restituisce Il suo risultato?
Facile: se biggest non modifica a ….
Le modifiche devono essere specificate

La clausola modifies

```
public static int biggest (int [ ] a)
// REQUIRES: true
// MODIFIES: none
// EFFECTS: If elements(a) > 0 then
//      return "il valore più grande in a".
//      else Integer.MIN_VALUE
```

Le strutture che non sono specificate nella clausola modifies non sono modificate dalla procedura

Modifies (esempio)

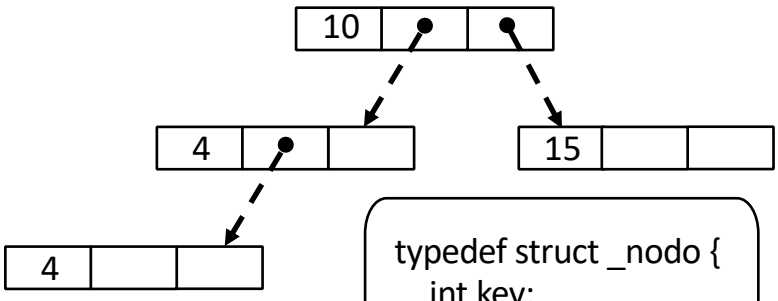
```
public static int replaceBiggest (int [ ] a, int [] b)
  // REQUIRES: a & b contengono almeno un elemento
  // MODIFIES: a
  // EFFECTS: Sostituisce in a l'elemento massimo (di a)
  // con il valore dell'elemento massimo di b
```


Specifice (PR2)

- PR2
  - Informali ma precise
  - Utilizzo di Requires/Modifies/Effects.
- Dopo PR2
  - Formai e infomali
  - Java assert (Junit annotations)
  - … li vedrete a Ingegneria del software

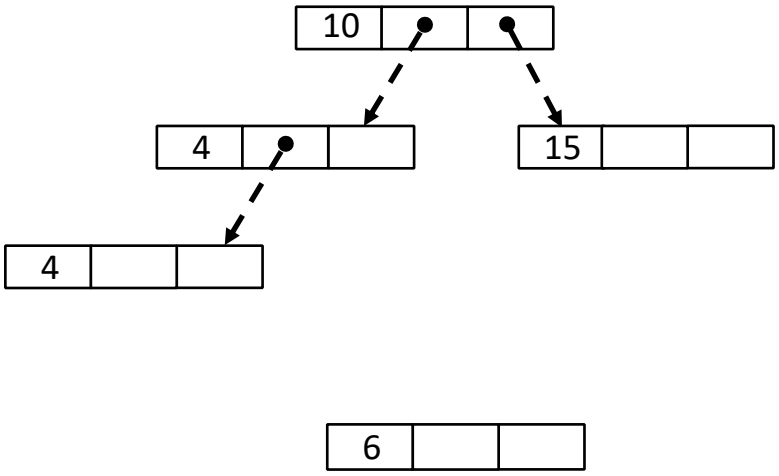
Una implementazione in C degli alberi binari di ricerca

un albero binario di ricerca

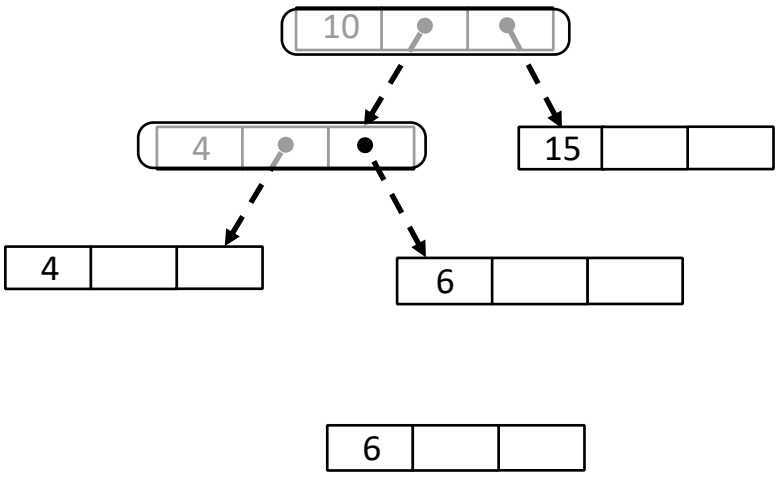



```
typedef struct _nodo {
    int key;
    struct _nodo *left;
    struct _nodo *right;
} nodo;
```

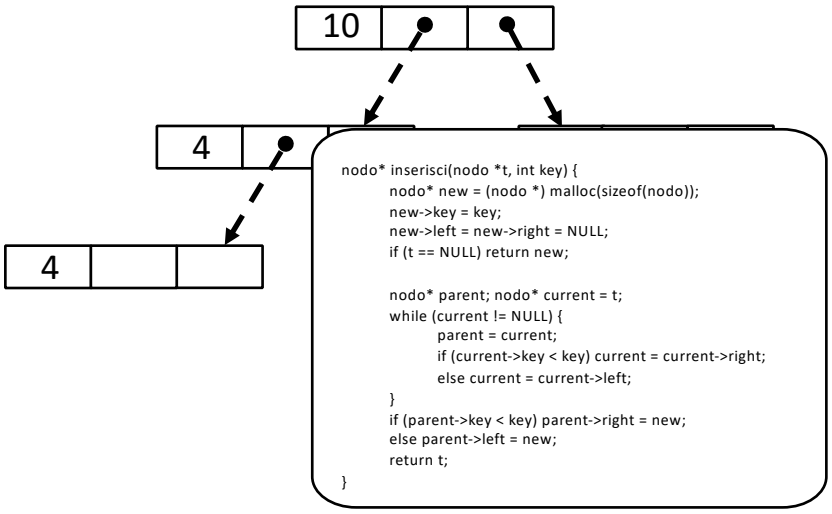
un albero binario di ricerca



un albero binario di ricerca

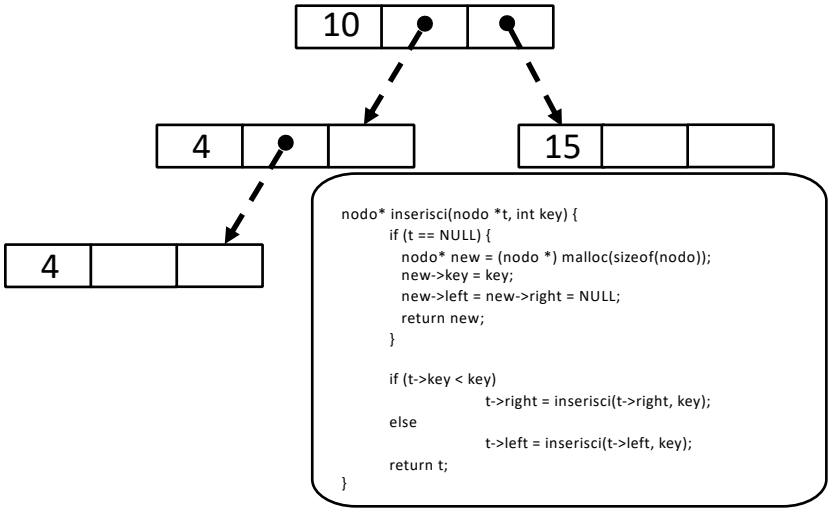


inserimento iterativo



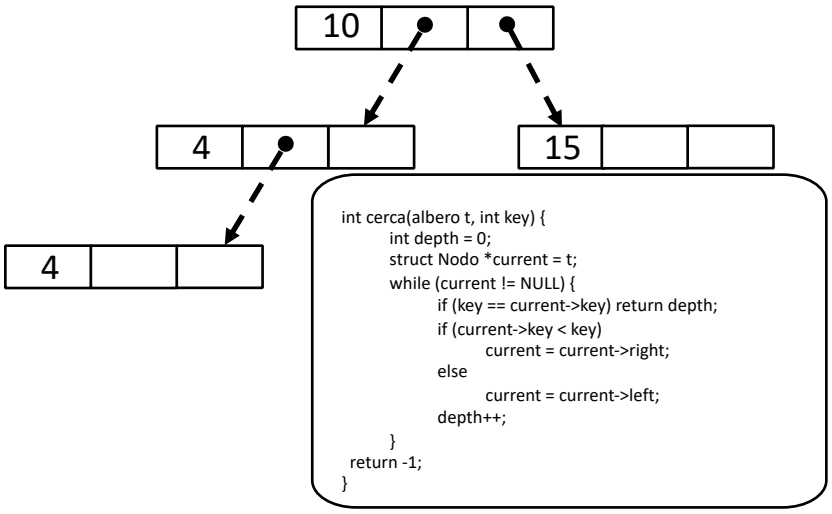

```
nodo* inserisci(nodo *t, int key) {
        nodo* new = (nodo *) malloc(sizeof(nodo));
        new->key = key;
        new->left = new->right = NULL;
        if (t == NULL) return new;

        nodo* parent; nodo* current = t;
        while (current != NULL) {
                parent = current;
                if (current->key < key) current = current->right;
                else current = current->left;
        }
        if (parent->key < key) parent->right = new;
        else parent->left = new;
        return t;
}
```

inserimento ricorsivo



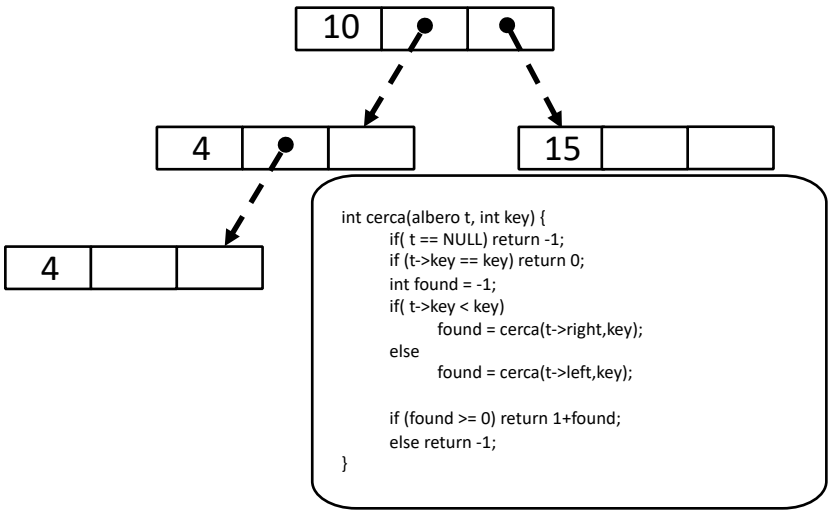

```
nodo* inserisci(nodo *t, int key) {
        if (t == NULL) {
          nodo* new = (nodo *) malloc(sizeof(nodo));
          new->key = key;
          new->left = new->right = NULL;
          return new;
        }

        if (t->key < key)
                        t->right = inserisci(t->right, key);
        else
                        t->left = inserisci(t->left, key);
        return t;
}
```

ricerca iterativa



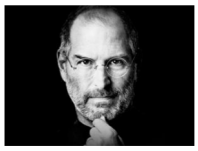

```
int cerca(albero t, int key) {
        int depth = 0;
        struct Nodo *current = t;
        while (current != NULL) {
                if (key == current->key) return depth;
                if (current->key < key)
                        current = current->right;
                else
                        current = current->left;
                depth++;
        }
 return -1;
}
```

ricerca ricorsiva




```
int cerca(albero t, int key) {
        if( t == NULL) return -1;
        if (t->key == key) return 0;
        int found = -1;
        if( t->key < key)
                found = cerca(t->right,key);
        else
                found = cerca(t->left,key);

        if (found >= 0) return 1+found;
        else return -1;
}
```

scenario: ABR modulo condiviso

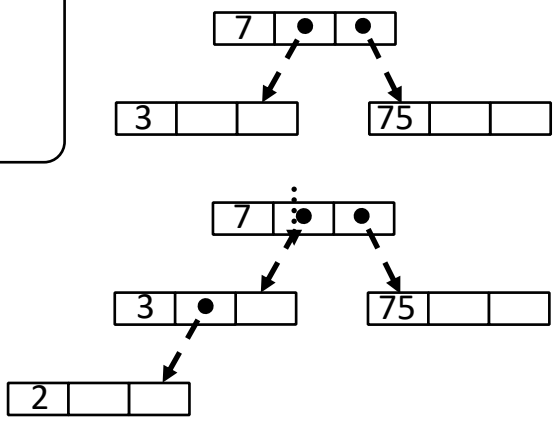


ABR

Programmatori condividono la struttura ABR

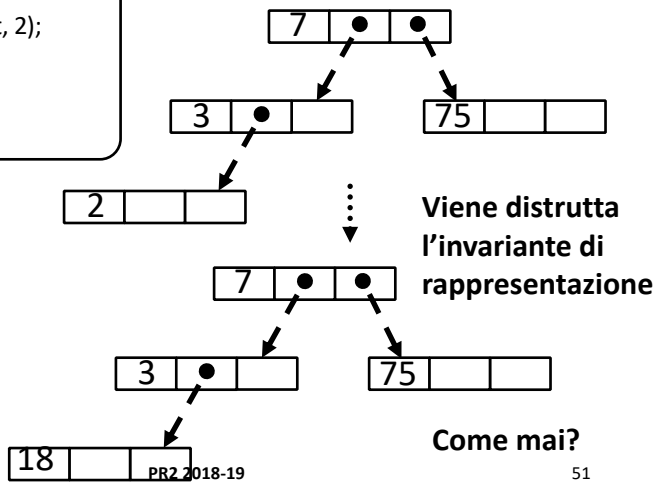
Goofy's code

```
:
G_node = inserisci(t, 2);
:
G_node >key  = 18;
:
```



Goofy's code

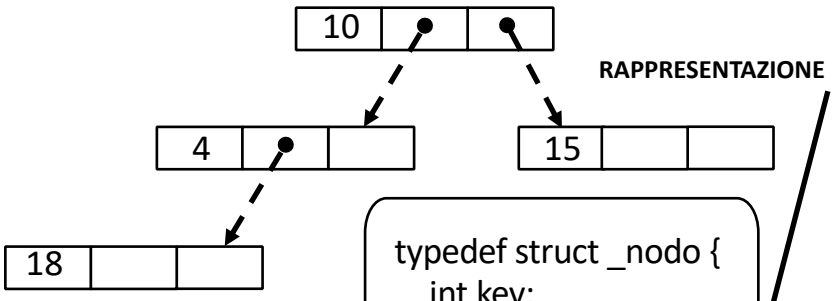
```
:
G_node = inserisci(t, 2);
:
G_node >key  = 18;
:
```



Viene distrutta l'invariante di rappresentazione

Come mai?

invarianti e rappresentazione



RAPPRESENTAZIONE

```
typedef struct _nodo {
   int key;
   struct _nodo *left;
   struct _nodo *right;
} nodo;
```

(nodo ->left)->key < nodo->key &&
nodo->key < (nodo ->right)->key

PUBBLICA: visibile a tutti

scenario 2: ABR e dizionario

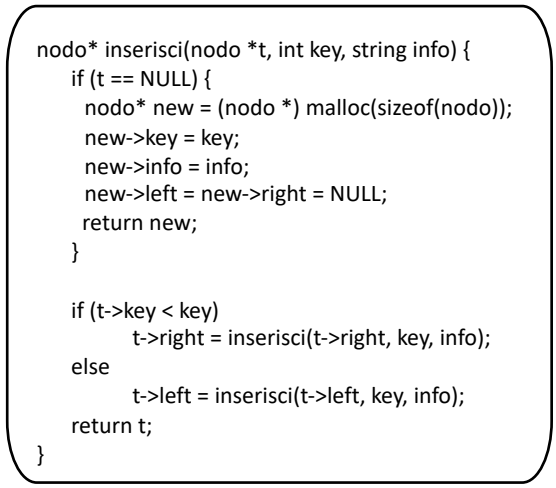
- ABR per implementare un dizionario
  - l'estensione richiede di avere una chiave per effettuare la ricerca e una stringa per codificare l'informazione
- Riuso del codice: utilizziamo il vecchio modulo aggiungendo le opportune modifiche per realizzare il dizionario

scenario 2: ABR e dizionario

```
typedef struct _nodo {
   int key;
   string info;
   struct _nodo *left;
   struct _nodo *right;
} nodo;
```

L'invariante è ora una proprietà delle chiavi

ricerca…



```
nodo* inserisci(nodo *t, int key, string info) {
    if (t == NULL) {
      nodo* new = (nodo *) malloc(sizeof(nodo));
      new->key = key;
      new->info = info;
      new->left = new->right = NULL;
      return new;
    }

    if (t->key < key)
            t->right = inserisci(t->right, key, info);
    else
            t->left = inserisci(t->left, key, info);
    return t;
}
```


valutazione della soluzione

- Non abbiamo strumenti linguistici (ovvero previsti nel linguaggio) per estendere il codice alle nuove esigenze
- Cut&Paste Reuse
  - codice debole
  - difficile da mantenere
  - difficile evitare errori

sull'astrazione

- "Abstraction arises from a recognition of similarities between certain objects, situations, or processes in the real world, and the decision to concentrate upon those similarities and to ignore for the time being the differences."

  [Tony Hoare]

- Astrazione: separare le funzionalità offerte dalla loro implementazione

funzionalità vs. implementazione

incapsulamento

- “Encapsulation is the process of compartmentalizing the elements of an abstraction that constitute its structure and behavior; encapsulation serves to separate the contractual interface of an abstraction and its implementation.”

[Grady Booch]

sull’ereditarietà

- Passare dal *Cut&Paste reuse* a un metodo supportato da strumenti linguistici nel quale una nuova funzionalità è ottenuta estendendo esplicitamente del codice già implementato
- La nuova implementazione estende la vecchia con funzionalità aggiuntive ma conservando quelle esistenti