Laboratorio di
Algoritmi e Strutture Dati

Marco de Gemmis
degemmis@di.uniba.it

Materiale di base gentilmente concesso
dal dott. Nicola Di Mauro
Ricercatore presso l'Univ. di Bari
Adattamenti di Marco de Gemmis

Rappresentazione con puntatori
La Classe Cella

```
#ifndef _CELLA_H

#define _CELLA_H

template <class T> class Cella {

public:
  typedef T tipoelem;
  Cella();
  Cella(tipoelem);
  void setElemento(tipoelem);
  tipoelem getElemento() const;
  void setSX(Cella<T>*);
  void setDX(Cella<T>*);
  void setDAD(Cella<T>*);
  Cella<T>* getSX() const;
  Cella<T>* getDX() const;
  Cella<T>* getDAD() const;
  bool operator ==(Cella<T>);
  bool operator <=(Cella<T>);
private:
  tipoelem elemento;
  Cella<T>* SX;
  Cella<T>* DX;
  Cella<T>* DAD;
};
```

Rappresentazione con puntatori
La Classe Cella

```
// Implementazione della classe Cella
// ---------------------------------------
// costruttori
template <class T> Cella<T>::Cella(){
        SX=NULL;
        DX=NULL;
        DAD=NULL;
}
template <class T> Cella<T>::Cella(tipoelem e)
{  elemento = e;}
template <class T> void Cella<T>::setElemento(tipoelem label)
{  elemento = label;}

template <class T>  T Cella<T>::getElemento() const
{
    return elemento;
}

template <class T> void Cella<T>::setSX(Cella<T>* p)
{
  SX=p;
}

template <class T> void Cella<T>::setDX(Cella<T>* p)
{
  DX=p;
}

template <class T> void Cella<T>::setDAD(Cella<T>* p)
{
  DAD=p;
}
```

Rappresentazione con puntatori
La Classe Cella

```
template <class T> Cella<T>* Cella<T>::getSX() const
  {
    return SX;
  }

template <class T> Cella<T>* Cella<T>::getDX() const
  {
    return DX;
  }

  template <class T> Cella<T>* Cella<T>::getDAD() const
  {
    return DAD;
  }

// sovraccarico dell'operatore ==
template <class T> bool Cella<T>::operator<=(Cella<T> cella)
{
  return (getElemento <= cella.getElemento);
}

template <class T> bool Cella<T>::operator==(Cella<T> cella)
{
  return (getElemento == cella.getElemento);
}
#endif // _CELLA_H
```

Rappresentazione con puntatori
La Classe BinAlbero

```
#ifndef _ALBEROBC_H_
#define _ALBEROBC_H_
#include "Cella.h"
#include "codavt.h"
#include <iostream>
using namespace std;

template <class T> class BinAlbero {
public:
// tipi
typedef T tipoelem;
typedef Cella<T>* Nodo;

// costruttori e distruttori
BinAlbero(); // OK
// ~BinAlbero();
// operatori
void creaBinAlbero(); // OK
bool binAlberoVuoto();
Nodo binRadice();
Nodo binPadre(Nodo);
Nodo figlioSinistro(Nodo);
Nodo figlioDestro(Nodo);
bool sinistroVuoto(Nodo);
bool destroVuoto(Nodo);
void costrBinAlbero(BinAlbero<T>,BinAlbero<T>); // da implementare
void cancSottoBinAlbero(Nodo);
T leggiNodo(Nodo);
void scriviNodo(Nodo, tipoelem);
void insBinRadice(Nodo);
void insFiglioSinistro(Nodo);
void insFiglioDestro(Nodo);
```

Rappresentazione con puntatori
La Classe BinAlbero

```
//  SERVIZIO
void stampa(Nodo,int); // stampa il sottoalbero a partire da Nodo
int altezza (Nodo); // restituisce l'altezza di nodo
int count (Nodo); // restituisce il numero di nodi nel sottoalbero a partire da Nodo
// VISITA
void visitaPreordine(Nodo);
void visitaPostordine(Nodo);
void visitaSimmetrica(Nodo);
void visitaAmpiezza(Nodo);

private:
Nodo radice; // un albero è identificato dalla sua radice
};
```

Implementazione

```
template <class T> BinAlbero<T>::BinAlbero()
{creaBinAlbero();}

template <class T> void BinAlbero<T>::creaBinAlbero()
{
 radice=NULL;
}

template <class T> bool BinAlbero<T>::binAlberoVuoto()
{
   return (radice==NULL);
}

template <class T> Cella<T>* BinAlbero<T>::binRadice()
{
   return (radice);
}

template <class T> Cella<T>* BinAlbero<T>::binPadre(Nodo n)
{
     if (n!=radice)
        return (n->getDAD());
     else
         return NULL;
}

template <class T> Cella<T>* BinAlbero<T>::figlioSinistro(Nodo n)
{
     return (n->getSX());
}

template <class T> Cella<T>* BinAlbero<T>::figlioDestro(Nodo n)
{
     return (n->getDX());
}
```

Implementazione

```
template <class T> bool BinAlbero<T>::sinistroVuoto(Nodo n)
{
      return (n->getSX()==NULL);
}

template <class T> bool BinAlbero<T>::destroVuoto(Nodo n)
{
      return (n->getDX()==NULL);
}

template <class T> void BinAlbero<T>::insBinRadice(Nodo n)
{
   if (radice == NULL)
   {
      radice=n;
      radice->setSX(NULL);    // non ha figli
      radice->setDX(NULL);    // non ha figli
      radice->setDAD(NULL);  // non ha genitore
   }
}

template <class T> void BinAlbero<T>::insFiglioSinistro(Nodo n)
{
        if (sinistroVuoto(n))
        {
           n->setSX(new Cella<T>);
           n->getSX()->setDAD(n);
           n->getSX()->setSX(NULL);
           n->getSX()->setDX(NULL);

        }
}
```

Implementazione

```
template <class T> void BinAlbero<T>::cancSottoBinAlbero(Nodo n)
{
      if (n!=NULL)
      {
         if (!sinistroVuoto(n))
            cancSottoBinAlbero(figlioSinistro(n));
         if (!destroVuoto(n))
            cancSottoBinAlbero(figlioDestro(n));
         if (n != radice) {
            Nodo padre = binPadre(n);
            if (figlioSinistro(padre)==n)
            {
               padre->setSX(NULL);
            }
            else
            {
               padre->setDX(NULL);
            }
         }
         else
             radice = NULL;
      }
}
```

Implementazione

```
template <class T> void BinAlbero<T>::insFiglioDestro(Nodo n)
{
        if (destroVuoto(n))
        {
           n->setDX(new Cella<T>);
           n->getDX()->setDAD(n);
           n->getDX()->setSX(NULL);
           n->getDX()->setDX(NULL);
        }
}

template <class T> T BinAlbero<T>::leggiNodo(Nodo n)
{
   if (n != NULL)
      return (n->getElemento());
}

template <class T> void BinAlbero<T>::scriviNodo(Nodo n, tipoelem a)
{
   if (n != NULL)
      n->setElemento(a);
}
```

Implementazione

```
template <class T> void BinAlbero<T>::stampa(Nodo n, int livello)
{
   const int Nspaces=4;
   int spaces=livello*Nspaces;
   if (n != NULL)
   {
      for (int i=1;i<spaces;i++)
          cout << " ";
      cout << leggiNodo(n) << endl;
      livello++;
      if (!sinistroVuoto(n))
        stampa(figlioSinistro(n),livello);
      if (!destroVuoto(n))
         stampa(figlioDestro(n),livello);
   }
}
```

Implementazione

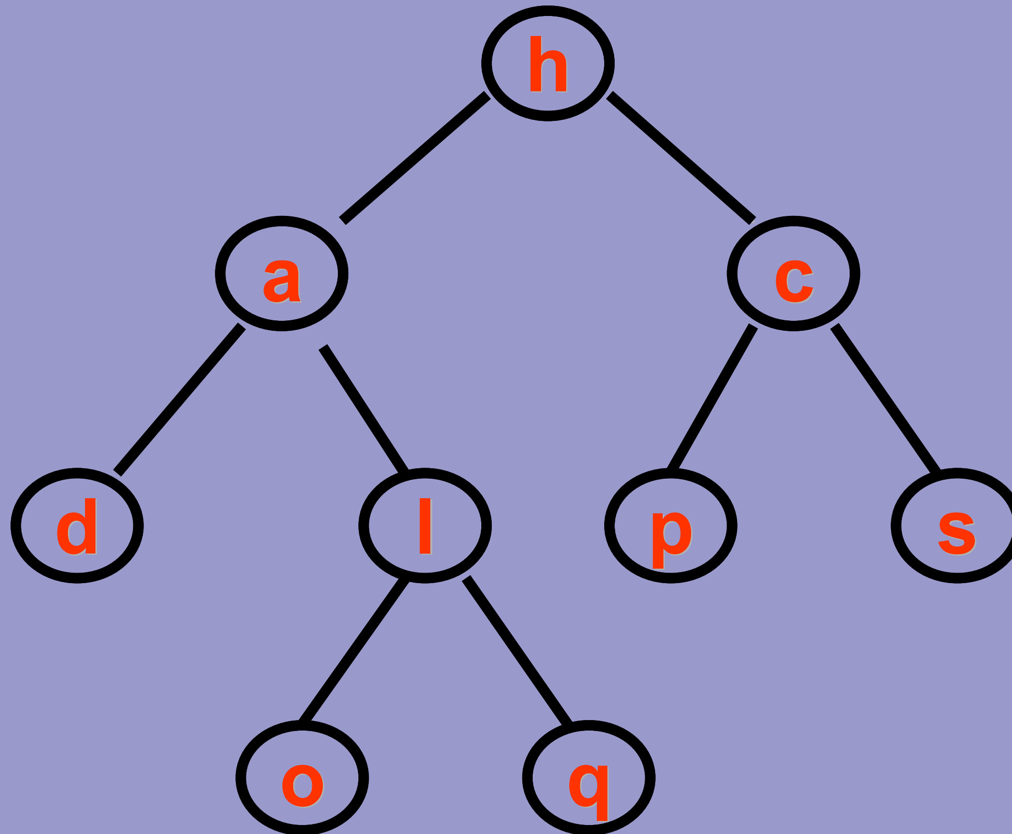
```
template <class T> int BinAlbero<T>::altezza(Nodo n)
{


   if (sinistroVuoto(n) && destroVuoto(n)) // nodo foglia
      return 0;
   int altsx = 0;
   if (!sinistroVuoto(n))
      altsx = altezza(figlioSinistro(n));
   int altdx = 0;
   if (!destroVuoto(n))
      altdx = altezza(figlioDestro(n));
   int res=1;
   if (altsx > altdx)
      res+=altsx;
   else
       res+=altdx;
   return res;
}

template <class T> int BinAlbero<T>::count(Nodo n)
{
   int sx=0;
   int dx=0;
   if (!sinistroVuoto(n))
      sx = count(figlioSinistro(n));
   if (!destroVuoto(n))
      dx = count(figlioDestro(n));
   return (sx + dx + 1);

}
```

Algoritmi di visita



Algoritmi di visita

- Visita in pre-ordine (**h a d l o q c p s**)
  - Si applica ad un albero non vuoto e richiede dapprima l'analisi della radice dell'albero e, poi, la visita, effettuata con lo stesso metodo, dei due sottoalberi, prima il sinistro, poi il destro
- Visita in post-ordine (**d o q l a p s c h**)
  - Si applica ad un albero non vuoto e richiede dapprima la visita, effettuata con lo stesso metodo, dei sottoalberi, prima il sinistro e poi il destro, e, in seguito,l'analisi della radice dell'albero
- Visita simmetrica (**d a o l q h p c s**)
  - richiede dapprima la visita del sottoalbero sinistro (effettuata sempre con lo stesso metodo), poi l'analisi della radice, e poi la visita del sotto albero destro

Visita per stampa

```
template <class T> void BinAlbero<T>::visitaPreordine(Nodo n)
{
    if (n!=NULL)
    {
      cout << leggiNodo(n) << "   "; // esame del nodo
      visitaPreordine(figlioSinistro(n));
      visitaPreordine(figlioDestro(n));
    }
}

template <class T> void BinAlbero<T>::visitaPostordine(Nodo n)
{
    if (n!=NULL)
    {

      visitaPostordine(figlioSinistro(n));
      visitaPostordine(figlioDestro(n));
      cout << leggiNodo(n) << "   "; // esame del nodo
    }
}

template <class T> void BinAlbero<T>::visitaSimmetrica(Nodo n)
{
    if (n!=NULL)
    {
      visitaSimmetrica(figlioSinistro(n));
      cout << leggiNodo(n) << "   "; // esame del nodo
      visitaSimmetrica(figlioDestro(n));
    }
}
```

Attraversamento iterativo in ampiezza

```
template <class T> void BinAlbero<T>::visitaAmpiezza(Nodo n)
{
      if (n!=NULL)
      {
         Coda<Nodo> s;
         s.inCoda(n);
         while (!s.codaVuota()){
               Nodo nn=s.leggiCoda(); // visito un nodo ...
               cout << leggiNodo(nn) << "  ";
               s.fuoriCoda();
               if (!sinistroVuoto(nn)) s.inCoda(figlioSinistro(nn)); // ... e accodo i figli
               if (!destroVuoto(nn)) s.inCoda(figlioDestro(nn));
         }
      }
}
```

Esercizio

- Scrivere un programma che:
  - acquisisca un albero binario di elementi di tipo intero e lo stampi. Per ogni nodo:
  - se e' un figlio destro, incrementi di 1 il valore dei figli
  - se e' un figlio sinistro, scambi i valori dei figli (se ci sono entrambi)
  - stampi l'albero risultante

Svolgimento: il Main

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    cout << "albero input" << endl;
    BinAlbero<int> tree = acquisisci();
    tree.stampa(tree.binRadice(),0);
    cout << "Processing..." << endl;
    visita(tree);
    cout << "albero output" << endl;
    tree.stampa(tree.binRadice(),0);

    system("PAUSE");
    return EXIT_SUCCESS;
}
```

Svolgimento: acquisisci()

```
BinAlbero<int> acquisisci()
{
    BinAlbero<int> tree;
    BinAlbero<int>::Nodo radice = new Cella<int>;
    tree.insBinRadice(radice);
    tree.scriviNodo(tree.binRadice(),1);
    tree.insFiglioSinistro(radice);
    tree.insFiglioDestro(radice);
    tree.scriviNodo(tree.figlioSinistro(tree.binRadice()),200);
    tree.scriviNodo(tree.figlioDestro(tree.binRadice()),300);
    radice = tree.figlioSinistro(radice);
    tree.insFiglioSinistro(radice);
    tree.insFiglioDestro(radice);
    tree.scriviNodo(tree.figlioSinistro(radice),4);
    tree.scriviNodo(tree.figlioDestro(radice),4400);
    radice = tree.figlioDestro(radice);
    tree.insFiglioSinistro(radice);
    tree.insFiglioDestro(radice);
    tree.scriviNodo(tree.figlioSinistro(radice),125);
    tree.scriviNodo(tree.figlioDestro(radice),2);
    radice=tree.binRadice();
    radice=tree.figlioDestro(radice);
    tree.insFiglioSinistro(radice);
    tree.insFiglioDestro(radice);
    tree.scriviNodo(tree.figlioSinistro(radice),13);
    tree.scriviNodo(tree.figlioDestro(radice),17);
    return tree;
}
```

Svolgimento: visita()

```
void visita (BinAlbero<int>& alb)
{
   if (!alb.binAlberoVuoto())
   {
         Coda<BinAlbero<int>::Nodo> s;
         s.inCoda(alb.binRadice());
         while (!s.codaVuota()){
               BinAlbero<int>::Nodo nn=s.leggiCoda(); // visito un nodo ...
               s.fuoriCoda();
               BinAlbero<int>::Nodo padre = alb.binPadre(nn);
               if (padre!=NULL)
               {
                  if (alb.figlioDestro(padre) == nn)
                  {
                     int valore=alb.leggiNodo(alb.figlioSinistro(nn));
                     valore++;
                     alb.scriviNodo(alb.figlioSinistro(nn),valore);
                     valore=alb.leggiNodo(alb.figlioDestro(nn));
                     valore++;
                     alb.scriviNodo(alb.figlioDestro(nn),valore);
                  }
                  else
                  {
                        int sx=alb.leggiNodo(alb.figlioSinistro(nn));
                        int dx=alb.leggiNodo(alb.figlioDestro(nn));
                        alb.scriviNodo(alb.figlioDestro(nn),sx);
                        alb.scriviNodo(alb.figlioSinistro(nn),dx);
                  }
               }
               if (!alb.sinistroVuoto(nn)) s.inCoda(alb.figlioSinistro(nn)); // ... e accodo i figli
               if (!alb.destroVuoto(nn)) s.inCoda(alb.figlioDestro(nn));
         }
   }
}
```